

PROVINCIA DE SEVILLA.

PROYECTO

PARA EL

ALCANTARILLADO

DE LA

CIUDAD DE SEVILLA.

AÑO 1882.

SEVILLA.
LA ANDALUCÍA.
1883.

PROVINCIA DE SEVILLA.

PROYECTO

PARA EL

ALCANTARILLADO

DE LA

CIUDAD DE SEVILLA.

AÑO 1882.

SEVILLA.
LA ANDALUCÍA.
1883.

ALCANTARILLADO DE SEVILLA.

MEMORIA.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Causas que motivan el proyecto.

Tarea inútil sería, pretender hoy demostrar las ventajas y aún necesidad absoluta, de dotar los pueblos de un buen sistema de alcantarillado, si es que han de prosperar y seguir la marcha del siglo.

Especialmente en los grandes centros de poblacion, como Sevilla, con sus 145.000 habitantes; la cuestion de poder fácilmente deshacerse de las materias fecales, llega á ser interesante en sumo grado, y de vida ó muerte para sus moradores.

Una gran parte, si nó la mayor de las enfermedades que hoy diezman el vecindario de las grandes poblaciones, está directamente relacionada con la cuestion de alcantarillado. Las fiebres tifoideas, la escarlatina, la dipteria, el cólera; en fin, todas las enfermedades que se propagan por infeccion, tienen si nó su orígen, por lo ménos los medios de propagarse, en las materias fecales; que algunas veces, por permanecer estancadas en los pozos negros infectando así el aire, y otras por las filtraciones que corrompen las aguas de los pozos blancos; esparcen los gérme-

nes de la enfermedad, dando lugar á las epidemias que llevan el dolor y la miseria á sin número de familias.

Además, es un hecho reconocido por los médicos, que el cuerpo humano respirando contínuamente el aire infectado de las grandes ciudades, se debilita y en tal estado se presta con mayor facilidad á las demás enfermedades, que aún cuando no relacionadas con la cuestion del alcantarillado, están, puede decirse, á la espectativa, y atacan en seguida á las personas predispuestas á recibirlas.

En Inglaterra, en donde desde hace bastantes años, se viene haciendo especial y detenido estudio de las cuestiones de higiene; es ya cosa reconocida por todas las autoridades en esta materia, que no debe esperarse un satisfactorio estado sanitario en un pueblo, mientras éste, no cuente con un medio perfecto de deshacerse con prontitud de las materias fecales que produzca.

La mortalidad en Sevilla.

Tomando el último decenio, parece por el informe del Registro General de Inglaterra, que sus principales pueblos, sumando 12.892.982 habitantes tuvieron una mortalidad por término medio, de 24,40 por 1.000, lo que significa que la vida humana en estos pueblos, alcanzó término medio 41 años. Ahora, en los nuevos barrios de Lóndres, en los que se han establecido las habitaciones modelos, provistas de todos los aparatos higiénicos y con un sistema perfecto de surtido de aguas y de alcantarillado; se ha visto que la mortalidad ha descendido al 16 por 1.000, lo que equivale á extender la duracion de la vida á 62,50 años; es decir, que las personas que habitan en los barrios nuevos, tienen por término medio 21,50 años más de vida que otros que habiten en los antiguos.

Ahora bien, la mortalidad en Sevilla, tomando el término medio de todas las parroquias, es de 35 por 1.000, la que dá un término medio de vida de 28,60 años. Suponiendo que Sevilla llegase solamente á ser tan sana como Lóndres y los demás grandes pueblos de Inglaterra; es decir, que su mortalidad bajase á 24,40 por 1.000, resultaría cada habitante con 12,40 años más de vida, término medio; ó lo que es lo mismo, que el número de defunciones por año en Sevilla, que en la actualidad llega á 5.075 sobre la poblacion de 145.000 habitantes, bajaría á 3.538, evitándose en consecuencia la muerte de 1.537 personas cada año: y no se diga que Sevilla no podrá llegar á ser tan sana como Lóndres y las demás grandes poblaciones de Inglaterra; muy al contrario: Sevilla con su hermoso clima, que permite á sus moradores tener siempre abiertas sus viviendas; Sevilla que no sufre las inclemencias de los grandes frios, las nieblas, la humedad constante y penetrante de Lóndres, debe y puede ser muchísimo más sana que esta gran ciudad; debe y puede llegar á lo ménos, al estado sanitario de sus barrios modelos, en los cuales la mortalidad ha bajado á 16 por 1.000 y la vida humana se ha prolongado en consecuencia hasta el término medio de 62,50 años; es decir, que si Sevilla estuviera provista de un buen surtido de aguas, para sus usos domésticos y de un perfecto sistema de alcantarillado; sus habitantes contarían con un aumento de vida término medio de 34 años, descendiendo como descendería el número de defunciones anual de 5.075 á 2.320.

En una palabra: la falta de dotar á Sevilla de estos primeros elementos de vida, conduce á la muerte

cada año, 2.755 personas. El asesino que en un momento de venganza ó pasion, quita la vida á su prógimo, es mirado justamente con ódio y desprecio, y se le encierra en una cárcel; pero ¿quién debe ser responsable de estas 2.755 desgracias que cada año ocurren, ocasionadas por agentes, cuyo modo de obrar nos es perfectamente conocido y contra los cuales tenemos eficaces medios de defensa? No es posible culpar á nadie particularmente: todos los habitantes de Sevilla tienen la culpa y sufren el castigo: ó si nó todos, aquellos que por su educacion se hallan en condiciones de estudiar las leyes de la higiene, cuyo perfecto conocimiento, por otra parte, no demanda una inteligencia superior, toda vez que están al alcance del sentido comun.

Escusado nos parece insistir sobre este tema: nadie seguramente se atreveria á negar la necesidad absoluta, apremiante, de atender á la resolucion de estas cuestiones; nadie al ménos que estime en algo el bienestar y progreso de Sevilla.

Relacion entre el abastecimiento de aguas y el alcantarillado.

Resuelta como lo está en esta ciudad la cuestion de abastecimiento de aguas; se hace indispensable resolver la del alcantarillado; si es de suma importancia en la vida de los pueblos, tener un surtido de aguas para sus usos domésticos, pura y abundante, no lo es ménos el poder deshacerse de estas mismas aguas, una vez que han llenado los fines á que fueron destinadas; de otro modo, léjos de ser una ventaja el aumento del caudal de agua, podria ser un peligro más. Los dos servicios están íntimamente unidos y deben llevarse á cabo al mismo tiempo; el uno es el complemento del otro: sin agua en abundancia, las cloacas no prestan el servicio que deben prestar, por-

que la corriente dentro de ellas resulta demasiado lenta y las materias fecales se descomponen antes de salir del casco de la poblacion: mientras que verter aguas en abundancia en una poblacion, sin tener los medios de deshacerse de ellas, una vez convertidas en fecales; es envenenar el subsuelo y crear un foco de infeccion en cada casa.

Peligro y dificultades que ofrece el emplazamiento de la ciudad.

Es verdad, que la situacion de Sevilla ofrece dificultades que se encuentran raras veces al tratar de establecer un sistema de alcantarillado: emplazada en la ribera de un rio caudaloso, en terreno poco elevado en su mayor parte sobre el nivel de las aguas ordinarias; las de aquél en épocas de avenidas, se elevan á una altura mayor que la de muchas de las calles, hasta tal punto que en la riada del año 1876 alcanzaron en la venta de la Concepcion una altura de 4,746 metros sobre el nivel de la Alameda de Hércules y 1,715 metros sobre el piso del vestíbulo de la Casa Capitular; así es, que desde tiempo inmemorial, la ciudad viene sufriendo de vez en cuando, las desastrosas inundaciones que con pluma tan conmovedora ha descrito el señor D. Francisco de Borja Palomo en su interesantísima obra titulada "Historia de las riadas del Guadalquivir:" de aquí, que haya sido imposible encontrar como en otros pueblos, una salida para las aguas por su propio peso. Los antiguos husillos que en tiempos normales dan paso á los pluviales, en épocas de riada vienen á ser otras tantas puertas por donde busca entrada el enemigo, que con sus bramantes olas asédia la ciudad; entonces los encargados de la defensa, se ven obligados á vigilar con el mayor esmero los puntos débiles que ofrecen las desembocaduras de los dichos husillos, y

mientras que las aguas bravas é imponentes circundan la ciudad, las pluviales que encuentran cerradas sus salidas ordinarias, inundan las partes bajas llevando la ruina y la miseria á sin número de familias; y no es solo la inundacion que producen lo que constituye el mayor peligro en tales ocasiones: las aguas fecales de las casas, se vierten como es sabido, en receptáculos conocidos con el nombre de pozos negros, estos receptáculos, focos permanentes de peligro é infeccion, llegan á ser, durante las riadas, doblemente peligrosos: invadidos por las aguas de la inundacion, la materia corrompida y descompuesta que contienen, mezclándose con ellas, sube á la superficie, entra por todas partes y al reflujo de las aguas se deposita sobre los pavimentos de las casas, paseos y calles que fueron inundados: bajo el ardiente sol de Sevilla, esta inmundicia produce inmediatamente emanaciones dañosas sembrando los gérmenes de enfermedades que más tarde brotan y se desarrollan con desastrosa fecundidad.

Así en la referida Historia escrita por D. Francisco de Borja Palomo, se observa que por regla general el verano subsiguiente á una inundacion, se hace célebre por el desarrollo de alguna epidemia, y como si no fuera bastante la ruina producida por las aguas, viene á sufrir la ciudad los horrores de la peste. Hoy, gracias al celo que despliegan los ediles en la limpieza de la poblacion tan pronto como las aguas desaparecen, no ha sobrevenido á lo ménos en estos últimos años, epidemia alguna, pero no puede dudarse que el estado sanitario empeora mucho, cada vez que acontece una riada, y seguramente, los médicos podrán dar interesantes detalles sobre este punto.

La inundacion que invadió parte de Buenos Aires en el año 1870 produjo la horrorosa epidemia, que en el siguiente diezmó la poblacion y motivó el comienzo de las magníficas obras de abastecimiento de aguas y alcantarillado, hoy á punto de terminarse, y en las cuales la ciudad lleva gastado ya 150.000.000 de reales.

Emplazamiento general de la ciudad.

Mirada la ciudad de Sevilla desde la parte superior de la Giralda, parece estar edificada sobre terreno perfectamente plano: limítala por el Oeste, el renombrado rio Guadalquivir, antiguo Bétis de los romanos, fuente de riqueza en un concepto, porque sus caudalosas aguas sustentan los grandes buques, que en otros tiempos hicieron de Sevilla uno de los puntos más importantes de España, y que en breve han de hacerla el emporio de gran parte de Andalucía: pero al propio tiempo, enemigo peligroso cuando embravecidas sus olas, baten las puertas de la ciudad. Por el lado del Este un pequeño arroyo que nace cerca de Miraflores, y que conocido en su orígen por este nombre, más abajo toma el de Tagarete, separa los barrios de la Calzada y San Bernardo del casco de la ciudad.

En tiempos antiguos, este arroyo desembocaba en la playa cerca de la Torre del Oro, las antiguas murallas ocupaban su ribera derecha y un puente daba acceso á la ciudad por la puerta llamada de Jerez. Segun las indicaciones de antiguos historiadores y dibujos de aquellas épocas, parece probable que en tiempos muy remotos un brazo del rio atravesaba una parte de terreno que hoy ocupa la ciudad, entrando poco más ó ménos por el punto conocido por la Barqueta y salia cerca del en que existe

hoy la plaza de Toros; su cáuce pasaba por donde actualmente se encuentra la Alameda de Hércules y atravesaba el pantano antiguo sobre que está fundada la calle Laguna, cuyo nombre recuerda aún la existencia de aquel; la depresion del terreno formado por este brazo del rio, se ha elevado por medios naturales ó artificiales antes del tiempo á que alcanzan nuestros datos, y los planos más antiguos que existen presentan la muralla que encerraba la ciudad por todos lados, defendiéndola tanto contra los enemigos humanos, cuanto contra el rio, enemigo no ménos peligroso: el punto débil del circuito en épocas de riada fué siempre, sin embargo, la Barqueta, y en las crónicas antiguas se nota el cuidado preferente con que se atendia á su defensa.

Divisoria de aguas.

Dentro de la ciudad existe una divisoria sensiblemente N. S. que la atraviesa desde el Alcázar y plaza de la Contratacion por Santa Cruz, calles del Aire, Alta, plazas de la Pescadería, Alfalfa, Príncipe Alfonso y Terceros, cruza las calles de Bustos Tavera y Conde, para continuar paralelamente á la calle de San Luis hasta salir en frente del Hospital general; esta divisoria determina dos zonas de aguas, vertiendo las de la parte Oeste, primero sobre lo que antes fué pantano, hoy calle de la Laguna y despues al rio, y las del Este al arroyo Tagarete.

Relieve del terreno en la parte edificada

La diferencia de nivel dentro de la ciudad entre algunos puntos, es mayor de lo que á primera vista aparece, pues tomando como plano de referencia para este caso, la parte superior del último peldaño del vestíbulo de la Casa Capitular; el punto más elevado, que se encuentra, (segun acusan las nivelaciones practicadas), en la Cuesta del Rosario, está 9,878

metros más alto que dicho peldaño, mientras que el más bajo que lo es, en la Alameda de Hércules, se halla 3,028 más bajo que dicho plano, resultando una diferencia de nivel entre los dos mencionados puntos más alto y más bajo de la ciudad, de 12,906 metros.

Altura de las aguas en la riada de 1876 y peligro á que estuvo expuesta la ciudad.

Segun las losas indicadoras, colocadas en la Venta de la Concepcion, cerca del Hospital general, la altura á que llegaron las aguas en la célebre riada de Diciembre de 1876, fué como se ha dicho 1,718 metros sobre el referido peldaño y 4,746 metros sobre el punto más bajo de la Alameda de Hércules. En esta ocasion pues, una gran parte de la ciudad quedó inferior al nivel de las aguas del rio. La losa colocada en la Torre del Oro con motivo de la misma inundacion, acusa una altura del agua de 1,187 metros inferior á la señalada en la Venta de la Concepcion. Estas notas indican que las aguas remansadas por los dos puentes de Triana y del ferrocarril de Huelva se elevaron en la Venta de la Concepcion; pero una diferencia de 1,187 metros en la altura del agua en la corta distancia que separa la Venta de la Torre, parece casi imposible y hace sospechar error en una de las dos indicaciones; es muy posible que en la Venta de la Concepcion las aguas tuvieran oscilaciones y oleage que equivocadamente fueran tomadas como altura del agua, y lo que parece confirmar este supuesto es, el hecho de que las aguas en este mismo lado, donde alcanzaron al ferrocarril de empalme, solo llegaron á una altura de 1,035 metros sobre el peldaño citado de la Casa Capitular, ó sea 0,683 más bajo que la señalada en la losa de la Venta de la Concepcion; aún así, las aguas

en esta parte, alcanzaron una altura de 0,504 sobre las que bañaban la Torre del Oro, diferencia más razonable que la deducida anteriormente. Pero sea ó nó verdad la altura mayor consignada, de todos modos se vé que en estas riadas, no solamente es imposible que salgan las aguas que se aglomeran en el interior de la poblacion, sino que una gran parte de la ciudad queda expuesta al peligro de un desastre que horroriza imaginar.

Antiguas y actuales defensas.

En los tiempos antiguos, las murallas que circundaban la ciudad, servian para defenderla contra las aguas; cuando la riada se presentaba, cerrábanse los husillos y las puertas con tablones, quedando por este medio defendida la poblacion contra la entrada de las aguas del rio, y como el arroyo Tagarete quedaba fuera del recinto, ningun daño podia ocasionar á la poblacion.

Las necesidades de la vida moderna, hicieron imposible que Sevilla continuase estrechamente oprimida por sus antiguas murallas, las cuales por fin se destruyeron, dejando tan solo como recuerdo histórico uno de sus lienzos cerca de la Macarena y algunas de las antiguas puertas, como las del Carbon, Aceite y otras. Como defensa de la poblacion contra las riadas, y en sustitucion de la muralla por el lado Norte, quedó el nuevo terraplen del ferro-carril de Córdoba, cuya altura se elevó lo necesario para evitar la entrada de las aguas por esta parte, y por el Este, quedó defendida por medio de un terraplen, cerrando en los momentos críticos los puntos en que los caminos le cruzan, con tablones como se hacia en tiempos anteriores en las puertas. Los sitios por el lado del rio que quedaban sin defensa por la altura á

que se eleva la ronda y paseos, se defendió tambien con tablones colocados en marcos preparados al efecto.

El arroyo Tagarete, convertido desde su paso por la Calzada en cloaca, se cubrió con bóveda de material desde la Huerta de Borbolla hasta su desagüe cerca de la Torre del Oro, en todo su trayecto por las calles de San Fernando y Almirante Lobo.

Aguas subterráneas y condiciones del subsuelo.

Esplicados así ligeramente los accidentes generales del emplazamiento de la ciudad, conviene antes de entrar en otras consideraciones, decir dos palabras acerca de las aguas subterráneas. Conocido es para todos los habitantes de Sevilla, que durante las grandes riadas el agua de los pozos se eleva, llegando en algunas casas á verterse por los brocales de los mismos; además, se ha observado, que cuando la elevacion de las aguas se sostiene algunos dias, aparecen en diversos puntos de la poblacion filtraciones que brotan á manera de manantiales, notándose algunas veces que han permanecido durante cierto tiempo despues del descenso de las aguas del rio; unos atribuyen estos fenómenos á la existencia de misteriosa corriente subterránea, que atraviesa la ciudad en direccion próximamente paralela al rio, otros dicen que los pozos están en algunos casos en comunicacion directa con aquel, subiendo ó bajando en ellos las aguas, á la par que suben ó bajan las del rio.

Para juzgar del crédito que podíamos dar á estas opiniones, tomamos tres perfiles trasversales de la ciudad. El primero, partiendo del rio, pasa por la capilla del Cármen, San Basilio, San Julian y Santa Lucía, terminando en el Tagarete. El segundo, des-

de el rio, pasa por la calle de las Armas, Universidad, plaza del Príncipe Alfonso, Santiago, plaza del Santo Tutelar, hasta el Tagarete. El tercero empieza tambien en el rio, frente de la fundicion de los señores Portilla, atraviesa las calles Reyes Católicos, Laguna, la Catedral, plaza del Palacio Arzobispal, plaza de Santa Cruz, saliendo por el cuartel de caballería al Tagarete.

Las alturas de las aguas subterráneas las determinamos, tomando los niveles de las mismas, en los pozos de las casas que en tales direcciones se encuentran y con estos datos hemos construido los tres perfiles que presenta la Hoja número 17.

El resultado que ofrece dicho trabajo es, lo que debia esperarse: nada de misterios, ni de corrientes subterráneas, ni de pozos en comunicacion directa con el rio: las mediciones en los pozos, se hicieron en las primeras semanas de Mayo de 1882 y unidas las cotas que se obtuvieron se vé que la línea de aguas subterráneas, sigue casi exactamente el mismo curso que las aguas pluviales; la divisoria de las aguas subterráneas, es casi idéntica á la divisoria de las aguas pluviales, y de cada lado de ella las aguas subterráneas afluyen hácia el arroyo Tagarete por un lado y hácia el rio por el otro.

Siendo el nivel del arroyo Tagarete bastante más alto que el ordinario del rio, resulta que el desnivel entre los pozos en la divisoria y el arroyo es poco, pero desde la divisoria al rio la pendiente de las aguas es muy rápida; siendo de notar que el nivel de las subterráneas por este lado, es el de las aguas bajas del rio, ó sea el de marea baja. El nivel más alto de las aguas subterráneas en Mayo de 1882, en la

divisoria, referido á un plano de comparacion 16,265 metros inferior al peldaño más alto de la Casa Capitular, era de 14,775 metros sobre él, siendo el de marea baja 8,539, y el de la riada de 1876 en la Torre del Oro 16,796. De los hechos que revelan los perfiles se deduce: 1.° Que el subsuelo de la ciudad de Sevilla es poco permeable, porque si lo fuera mucho, seria imposible que las aguas subterráneas se sostuvieran á una altura de 6,236 metros sobre el nivel de marea baja, siendo la distancia entre la divisoria y el rio solamente de unos 1,400 metros. 2.° Que el subsuelo es regularmente homogéneo porque se nota en los tres perfiles una pendiente desde la divisoria al rio, casi regular. 3.° Que aunque es verdad, que cuando se elevan las aguas del rio durante algunos dias, es de esperar que las subterráneas se eleven tambien, sin embargo, vista la resistencia á la filtracion ofrecida por el subsuelo, segun queda demostrado con la primera deduccion, no son de temer fuertes y sostenidas filtraciones.

El hecho de haberse notado la presencia de surtidores en algunos sitios bajos de la ciudad, que han continuado brotando despues de descender las aguas del rio, no es de estrañar, y sí es otra prueba de la poca permeabilidad del subsuelo. El nivel de la pradera de Santa Justa por donde corre el arroyo Tagarete es próximamente de 14,000 metros sobre el plano de comparacion, mientras que el de las aguas, en la riada de 1876 llegó á 16,796; el correspondiente á la calle Garfio donde apareció una de las filtraciones es de 14,000 metros. El perfil número 1 atraviesa este distrito un poco más al Norte y puede tomarse sin error sensible como representacion

del terreno donde brotaron las aguas. Ahora bien, refiriéndonos á este perfil, se verá que el nivel más alto del agua subterránea, es en tiempos normales 13,500 metros, lo que ocurre en la calle de San Luis, ó sea que el nivel de este agua ordinariamente solo se encuentra 0,500 metros más bajo que en la calle del Garfio; por tanto se comprende fácilmente que cuando las aguas del rio, alcanzan la altura de 16,000 metros é inundan el valle del Tagarete, todo el subsuelo de esta parte, al cabo de poco tiempo se sobrecarga de agua y tambien en menos tiempo que los terrenos más próximos al rio, porque siendo el nivel del agua en San Clemente por ejemplo, 9,32 y el del terreno 15,40 hay 6 metros de terreno seco, que ha de recargarse de agua, mientras que en el trozo de que nos ocupamos, hay solamente 0,50 metros; por consecuencia, es natural que dado igual grado de permeabilidad, las aguas deben salir á la superficie en un punto como en la calle del Garfio, mucho antes que por el lado del rio; por la misma razon, las filtraciones han de seguir despues del descenso de las aguas de aquel, porque siendo el curso natural de las subterráneas, desde la calle de San Luis hácia el rio, todas las que fueron absorbidas por la parte de la divisoria más alta que el nivel de 14,000 metros han de salir precisamente por el punto que presente menor resistencia, y habiéndose establecido ya una salida, como por ejemplo, la que apareció en la calle Garfio, es natural que las aguas sigan brotando por ella, hasta que el terreno de donde proceden se deseque.

Así pues, el hecho de haberse presentado filtraciones en el lado del valle opuesto al rio, es precisa-

mente para la ciencia lo más natural, y demuestra que el subsuelo es, relativamente hablando, poco permeable, no siendo de temer por lo tanto, grandes filtraciones del lado del rio, único punto de donde serian temibles; más adelante, cuando tratemos de los medios para llevar á cabo el alcantarillado, se verá que han de evitar las filtraciones, evitando la inundacion del valle del Tagarete de donde proceden.

Términos de la resolucion del problema.

Teniendo en cuenta todo lo que vá expuesto, es evidente:

1.º Que el único modo de dar salida á las aguas fecales de Sevilla, es por medio de bombas movidas por vapor, visto que la poca altura de la ciudad sobre el nivel del rio no permite su desagüe por los medios ordinarios.

2.º Que es condicion indispensable y prévia, la de aislar el área que se propone desaguar, de tal modo, que se haga imposible la entrada de las aguas del rio en época de riada.

El alcantarillado pues, lleva consigo como cuestion prévia é indispensable, un proyecto de defensa, que evite la entrada de las aguas del rio; solo cuando se llegue á conseguir de un modo absoluto aislar la ciudad, puede tratarse de su desagüe.

El proyecto de defensas por su parte, debe limitarse tan solo á impedir la invasion de la superficie aislada, por las aguas exteriores, sea de donde quiera su procedencia: las obras de defensa constituyen objeto aparte del sistema de alcantarillado, y por tanto no se relacionan con las aguas pluviales que caerán dentro del área defendida.

El proyecto pues, que nos ocupa, se divide en primer término, en dos partes:

1.ª Defensa contra las aguas exteriores.

2.ª Desagüe de las aguas tanto fecales como pluviales que pueda contener la superficie defendida de las aguas exteriores.

DEFENSA.

Procedencia de las aguas exteriores.

La única dificultad que se presenta al tratar de la defensa contra las aguas exteriores, es la existencia del arroyo Tagarete. Este arroyo, como se ha dicho antes, nace cerca de Miraflores, pasa inmediato á la Fuente del Arzobispo, hasta llegar á la huerta de Buron, en cuyo punto cruza el ferro-carril de empalme, siguiendo despues un curso casi paralelo á dicha vía hasta llegar cerca de la Estacion de San Bernardo, desde cuyo punto vá cubierto hasta desaguar en el Guadalquivir cerca de la Torre del Oro. En épocas de riada las aguas remontan por su desembocadura en el rio, mientras que por otro lado, se elevan tambien por el Tamarguillo y unidas ambas con las que bajan de Miraflores inundan todo el valle del Tagarete, habiendo llegado á tener en la riada de 1876 y en la Fuente del Arzobispo, una altura de 17,30 metros sobre el plano de comparacion citado, ó sea 3,35 metros sobre el nivel del arroyo en aquel punto. Fácil sería impedir la entrada de las aguas del rio en el Tagarete por su desembocadura, cerca de la Torre del Oro, como tambien las que provienen del desbordamiento del Tamarguillo; pero aún así nos quedan las que bajen por aquel arroyo desde Mi-

raflores; es verdad que el thalweg del Miraflores no es muy grande, pero la cantidad de agua que por él puede afluir al Tagarete, durante los dias de riada, cuando encontrara cerrada su desembocadura, lo es demasiado para poder dominarla con bombas movidas á vapor, teniendo en cuenta que estas han de ser ya bastante poderosas para verificar el desagüe de la ciudad, de toda el agua que sobre su superficie caerá en tales ocasiones.

Superficie que debe aislarse.

Una vez aislada el área que se propone desaguar de manera que no puedan invadirla dichas aguas exteriores, toda la que caiga sobre la superficie defendida ó mane en ella, ha de ser desaguada con bombas de vapor; es pues, importante, disminuir en cuanto sea posible esta cantidad, limitando el área aislada á lo necesario únicamente para el futuro ensanche de la poblacion; por tanto, el primer paso que debe darse en esta parte del proyecto es, variar el curso del Tagarete, conduciendo sus aguas al rio, de modo que puedan desaguar por su propio peso en todas circunstancias. No existiendo plano alguno de los contornos de Sevilla ni mucho ménos nivelaciones, nos fué preciso para poder estudiar debidamente la cuestion levantarlo; este trabajo que por su extension es de bastante importancia, se presenta en las Hojas número 1, partes A, B y C; en este plano se encuentran señalados todos los detalles necesarios para dar conocimiento perfecto del terreno, así como un sin número de cotas y las curvas de nivel de metro en metro; todo referido á un plano de comparacion imaginado á 16,265 metros más bajo que la cara superior del último peldaño del vestíbulo de la Casa Capitular, siendo la cota de marea baja, 8,539 metros.

Medios propuestos anteriormente para la defensa.

En su excelente Memoria sobre el proyecto de defensas, redactado en el año 1881 por D. Juan Talavera, á quien el Excmo. Ayuntamiento encomendó su estudio; propone este señor desviar el arroyo Tagarete desde la Fuente del Arzobispo, conduciéndole á través de los terrenos propios del señor Calonge á una vereda antigua y vertiendo sus aguas en el arroyo Tamarguillo: dice el señor Talavera que "la altu- "ra de esa vereda es aproximadamente igual á la de "la Fuente del Arzobispo y seis metros más alta que "las aguas del Guadalquivir en su estiage." (Página 23 de la Memoria impresa.) En la página 55 dice, que "á partir del ponton de Ranilla, siguiendo la ve- "reda hasta el camino de entrada á las huertas de "San Buenaventura y los Flamencos, en una exten- "sion de cuatrocientos cincuenta metros, las únicas "obras que deben realizarse, (segun indica con tinta "carmin) son, las de regularizacion del curso del ar- "royo; el cáuce ordinario de éste, tendrá una seccion "de dos metros de ancho y uno de profundidad, en el "centro de un canal extraordinario de treinta metros "de ancho y uno de talud." Si efectivamente fuese esta toda la obra que la union del Tagarete con el Tamarguillo demandase, la solucion del problema en tales términos sería muy aceptable; porque aún cuando de este modo la superficie aislada sería demasiado grande, demandando máquinas de mayor potencia para su desagüe, la desviacion fácil del Tagarete compensaría en gran parte dicho aumento de gasto: desgraciadamente las cosas no son así, y un exámen detenido, como debe hacerse en estos casos, nos ha demostrado que dicho proyecto no tiene base práctica.

El fondo del arroyo Miraflores ó Tagarete en la Fuente del Arzobispo tiene segun la nivelacion practicada por nosotros, comprobada escrupulosamente, la cota de 13,953 metros, mientras que el fondo del arroyo Tamarguillo en el ponton de Ranilla tiene la de 18,043 ó sea que el fondo del cáuce del Tamarguillo en este punto, está 4,090 metros más alto que el del Tagarete en la Fuente del Arzobispo; y en el punto que habría de entrar el nuevo cáuce del Tagarete, 450 metros aguas arriba del ponton de Ranilla, el cáuce del Tamarguillo alcanza la cota de 19,578 metros, ó sea 5,625 metros más alto que el Tagarete. *El punto más bajo* de las tierras del señor Calonge, por donde debería pasar el nuevo cáuce, tiene la cota de 23,400, lo que acusa un desmonte en este punto de 9,447 metros; y aún suponiendo que el fondo del nuevo cáuce no llevase pendiente alguna, tendría á lo ménos 10 metros, en vez de los 7,60 que señala el señor Talavera en su Memoria. El cáuce del arroyo Tamarguillo se conserva más alto que el Tagarete en casi toda su extension, siendo su cota en el cruce del ferro-carril de Carmona, próximo ya á su desembocadura, de 13,590 metros, y la del fondo del Tagarete en la Fuente del Arzobispo, como se ha dicho, 13,953 metros; para poder pues, desviar el Tagarete del modo que indica el señor Talavera en su Memoria, sería necesario rebajar el cáuce del Tamarguillo en una extension de 2.850 metros, y suponiendo que se dé tan solo un desnivel de 0,50 metros en el trayecto de las tierras del señor Calonge y un metro en todo el resto, el desmonte en el cáuce del Tamarguillo en su principio sería de 6,125 metros y en el punto del ferro-carril de Cormona de 1,137

metros; es pues evidente que esta solucion del problema es inadmisible.

Solucion que se propone para la defensa.

Vista la inconveniencia de desviar el Tagarete al Tamarguillo de este modo, estudiamos varias soluciones, llegando últimamente á fijarnos en lo que se presenta en el Plano General, Hoja número 1, que parece ser la única factible y aceptable.

Segun ella, la desviacion del arroyo empieza en la esquina de la huerta de Buron donde el arroyo cruza por debajo del ferro-carril de Empalme; el fondo del arroyo en este punto tiene la cota 13,043 metros, siendo la del terreno 14,038; arrancando de este punto el nuevo cáuce se inclina al Este, pasa por la esquina alta del cercado de la huerta de Tres Puertas, desde cuyo punto vá en línea recta hácia las tápias de la huerta del Rey y cruzando la carretera de Madrid á los 1.350 desde su orígen, sigue por la parte alta de las tápias de la dicha huerta del Rey, cruzando despues unas tierras de labor hasta llegar al camino del cortijo del Maestre Escuela y despues de atravesar éste, se dirije en recta al Tamarguillo, entrando en él, en las inmediaciones del puente del ferro-carril de Carmona. La cota del nivel del agua del Tamarguillo en este punto es de 13,890 metros, siendo el fondo 13,590 ó sea 0,547 más alto que el fondo del Tagarete en la huerta de Buron; la longitud total del trayecto es de 3.160 metros: en tiempos normales el caudal de agua que lleva el Tagarete es muy pequeño; pero en épocas de lluvia cuando su caudal aumenta, el desagüe se dificulta á causa del remanso de las aguas del Guadalquivir, así es que resulta muy difícil si nó imposible calcular de un modo definitivo las dimensiones que debe tener el nuevo

cáuce; una vez que las aguas del Guadalquivir, empiezan á descender, lo verifican con bastante rapidez y en estos casos, conviene que el nuevo cáuce tenga una seccion grande para facilitar la salida de las aguas remansadas en la parte superior; pero como no es conveniente tener un cáuce grande, cuando el caudal de agua á conducir es pequeño; despues de estudiar detenidamente la cuestion, hemos creido lo más conveniente dar al dicho nuevo cáuce la seccion señalada en los perfiles trasversales, Hoja número 19; que consiste en un cáuce abierto al nivel de 14,000 metros que es el del terreno actual en la huerta de Buron, con un ancho de 10 metros en el fondo taludes de 1,50 por 1 al interior y 2 por 1 en el exterior, en los puntos en que vaya en terraplen; la rasante de éste, se ha fijado al nivel de 18,000 metros que resulta 70 centímetros sobre el máximo á que llegaron las aguas en la Fuente del Arzobispo en Diciembre de 1876; en el centro de este cáuce, se practicará otro con un ancho de 2 metros en el fondo, el cual tendrá en su orígen en la huerta de Buron la cota de 13 metros, concluyendo en 12,374 metros en su confluencia con el Tamarguillo; resultando así, este cáuce secundario con el mismo nivel en su orígen que el actual arroyo y una pendiente general de 0,0002.

Para calcular el desagüe de esta seccion, hemos adoptado la fórmula de Bazin, única en nuestra opinion aceptable.

$$RI = AV^2$$

en la cual

R=Rádio medio ó sea área dividida por el perímetro,

I=Pendiente,

A=Coeficiente

y V=Velocidad media,

de donde para el caso actual tendremos

$$R=\frac{3,0804}{4,80}=0,64$$

$$I=0,0002$$

y A con un rádio medio de 0,64, segun las tablas de Bazin será igual á 0,000827, de lo cual resulta:

$$V^2=\frac{0,64\times 0,0002}{0,000827}=\frac{0,000128}{0,000827}=0,154$$

de donde

$$V=0,392,$$

y siendo el área trasversal del cáuce 3,0804 metros el desagüe por segundo será:

$$D=3,0804\times 0,392=1,207 \text{ metros cúbicos,}$$

gasto muy suficiente para todos los casos ordinarios: cuando ocurra uno extraordinario, el agua se desbordará, ocupando el cáuce principal de 10,00 metros de ancho en el fondo, y escusado es decir que habrá sobrado espacio para permitir el pronto desagüe de las aguas estancadas.

Hemos dicho que fijamos á la rasante del terraplen del nuevo cáuce, la cota 18,000 metros en toda su extension: la altura mayor á que se elevaron las aguas en Diciembre de 1876 en la Fuente del Arzobispo fué 17,300 mientras que en el cortijo del Maestre Escuela solo alcanzaron 16,800; es decir, que existió un desnivel en la cara de aguas de 0,50 metros entre ambos puntos; fijando pues, la dicha cota en 18,000 metros, y suponiendo otra riada como la de

1876, la rasante del terraplen en el orígen del nuevo cáuce quedará 0,70 metros más alto y 1,20 en su confluencia con el Tamarguillo; debiendo notarse que en esta parte el terraplen puede estar expuesto á oleage, lo que no tendrá lugar en el orígen, por cuya razon conviene dicha mayor altura.

Siendo el nivel del fondo del nuevo cáuce á su desembocadura en el Tamarguillo, 12,374 metros, mientras que el fondo actual de este es de 13,590 habrá necesidad de rebajarle 1,216 metros; pero como dicho arroyo en esta parte tiene bastante pendiente, la escavacion necesaria no será grande ni su longitud excederá de 700 metros.

Como el cáuce nuevo atraviesa la carretera general de Madrid, será preciso para este efecto construir un puente cuyo proyecto presentan las Hojas números 31, 32 y 33; como la altura de que se puede disponer no permite el empleo de un arco de fábrica, se propone salvar los 10 metros de luz que ha de tener con dos vigas de hierro batido que soportarán otras trasversales sobre las que descansarán planchas de hierro fundido, de un metro por un metro sesenta, sobre las cuales se extenderá al macadam. Cada una de las vigas primeras podrá soportar un peso de 66 toneladas aplicadas sobre su centro ó de 132 distribuidas igualmente sobre toda su longitud y cada una de las trasversales podrá soportar así mismo 23 toneladas en su centro ó 46 distribuidas.

Además del puente para paso de la carretera será necesario construir otros dos más pequeños, uno para dar acceso á los terrenos del señor Calonge y otro para el camino del cortijo del Maestre Escuela.

No difiriendo estos puentes del propuesto para la

carretera, más que en el ancho del camino á que han de facilitar el paso, nos ha parecido inútil presentar planos especiales. Además de estas obras, será necesario otra pequeña para conducir las aguas de la acequía de la huerta del Rey, cuya obra puede tomar la forma de un tubo sostenido por pilas de hierro ó fábrica; pero como será de poca importancia, hemos escusado tambien la presentacion de un proyecto especial para ella.

Desviado el arroyo Tagarete por el medio propuesto, solo nos resta evitar la entrada de las aguas por la parte Norte, caso de que lleguen á salvar el terraplen del ferro-carril de Córdoba, y las que vengan del Sur que entran por la desembocadura del Tagarete y remontan por el Tamarguillo.

Para evitar la entrada de aguas por el Norte, proponemos un terraplen que empezando en el punto conocido por "Lavadero de las Palmas," vaya á concluir en el Hospital general, frente á la Venta de la Concepcion, de donde parte el actual terraplen de defensa.

Recordaremos que las losas indicadoras en la Venta mencionada, acusan una altura del agua en Diciembre de 1876, de 17,983 metros sobre el plano de comparacion adoptado. En el "Lavadero de las Palmas," sin embargo, las aguas solo alcanzaron la altura de 17,280; pero con objeto de tener completa seguridad, hemos proyectado un nuevo terraplen cuya rasante alcance la cota de 19,000 metros ó sea 1,017 metros sobre el nivel de las aguas señalado en la Venta de la Concepcion. Este terraplen, principiando en el dicho punto, debe seguir al lado de un camino vecinal que se dirije en línea recta desde el

"Lavadero de las Palmas" hácia la carretera de Alcalá, cruzando el arrecife del Cementerio y cuyo trayecto mide 852 metros, que sumados con los 163 que hay desde la carretera hasta cerrar en el Hospital general, arrojan un total de 1.015 metros solamente; siguiendo este terraplen al costado del camino actual, no atraviesa propiedades particulares, y por consecuencia, la expropiacion no debe ser costosa.

Siendo el nivel del terreno en el "Lavadero de las Palmas" de 18,013, la altura del terraplen en este punto será 0,987 metros; en el cruce del arrecife del Cementerio, el nivel del terreno es 16,968 y la altura correspondiente del terraplen será 2,032; en la carretera de Alcalá la cota del terreno es de 16,898 y la altura del terraplen, por consiguiente, 2,102 metros, la cual conservará en el resto de su trayecto hasta cerrar en el Hospital general.

Como se vé, la altura de esta obra no es demasiado grande en ningun punto. Proponemos dar á este terraplen un ancho de 4 metros en la parte superior, con talud de 2 por 1 al exterior y 1,50 por 1 al interior: esta obra debe servir como segunda línea de defensa, correspondiendo la primera al terraplen del ferro-carril de Córdoba, pero por si llegase á ocurrir un siniestro como el de 1876 en que las aguas rompieron este terraplen, conviene tener bien asegurada la segunda línea; así es que proyectamos revestir el talud exterior con piedra de 20 céntimetros de tizon, descansando sobre una capa de grava de un metro de espesor; el cuerpo del terraplen será de tierra compacta apisonada por tongadas que no excedan de 20 centímetros de altura.

Para prevenirnos contra la entrada de las aguas

del lado Sur, ó sean las del Tamarguillo, se continuará el terraplen del nuevo cáuce del Tagarete, segun se indica en el Plano General, Hoja número 1, desde el camino del cortijo del Maestre Escuela, continuando al Sur de dicha vía hasta la carretera ó camino viejo de Alcalá; se elevará la rasante de este camino hasta cerrar en el paso á nivel del ferro-carril de Cádiz, comprendiendo así dentro del recinto de defensa el barrio de San Bernardo; desde dicho punto se continuará un terraplen por el lado del Real de la Féria hasta llegar al puente del Tamarguillo, en cuyo punto llegamos ya á los arrecifes de las Delicias. Aquí es un poco más difícil la disposicion del terraplen; pero lo que nos ha parecido más sencillo es elevar el paseo de peatones, por el lado de la quinta de D. Juan Cruz hasta el otro puente sobre el Tamarguillo, siguiendo despues por la misma línea de paseo hasta la Glorieta de las Máquinas y rodeando ésta por el lado del rio, el terraplen seguirá por dentro del Naranjal, propio del Excmo. Ayuntamiento, hasta el Tívoli; desde este punto debe elevarse el paseo de peatones, elevando el muro del lado del rio y terraplenando hasta llegar al frente del Palacio de San Telmo: el camino en este punto tiene la cota 17,250 que es suficiente para impedir el paso de las aguas en época de riada, visto que en la de Diciembre de 1876 solo llegaron en la Torre del Oro á 16,796; sin embargo, convendrá recrecer dicho camino hasta llegar con su rasante al nivel de 17,500 adoptado para el resto del terraplen de defensa desde San Telmo hasta el puente de Triana, se elevará la rasante del camino central lo necesario para llegar al expresado nivel de 17,500 metros; y finalmente, desde el puente de Triana hasta cerrar

en el Hospital general, nada hay que hacer, puesto que la altura de la ronda excede del nivel citado.

Superficie aislada.

Ejecutadas estas obras y cerradas las desembocaduras de los varios husillos y del Tagarete, quedarán completas las de defensa propiamente dicho; resultando perfectamente aislada toda el área interior al perímetro qne acabamos de señalar, la cual mide un total de

727,9661 hectáreas.

Esta superficie es suficiente para contener el ensanche de la poblacion de Sevilla, aún cuando se duplicase, y deja comprendido dentro del circuito de defensa los barrios de la Calzada y San Bernardo, el Real de la Féria y todos los paseos y jardines públicos; de suerte que, los habitantes de Sevilla quedarán para siempre exentos de los azares y disgustos que las inundaciones les proporcionan, y lo que no es ménos importante, de los gastos que las mismas ocasionan; siendo, por otra parte, relativamente pequeña, la extension de terraplen que será necesario conservar.

Aislada del modo propuesto toda la superficie necesaria para contener la actual poblacion con su futuro ensanche, se presenta el problema del

DESAGÜE.

Cautidad de aguas á extraer de la parte aislada.

El primer dato necesario para estudiar la cuestion del desagüe, es el conocimiento de la cantidad de lluvia que cae sobre la superficie encerrada por las defensas: así mismo, para ajustar las cloacas y

maquinaria al trabajo que en ciertas épocas habrán de hacer; será necesario conocer tambien la mayor cantidad de lluvia que en un espacio de tiempo determinado podrá caer; como por ejemplo, en un dia, agregando á ella la del agua que procedente del sistema de abastecimiento, entrará en la ciudad; con lo cual, tendremos el conocimiento del total volúmen sobre que deberán basarse los cálculos para determinar tanto las dimensiones de las cloacas cuanto la potencia de las máquinas.

Aguas procedentes de lluvia, en la parte edificada.

Para conocer la mayor cantidad de lluvia que puede esperarse, es suficiente considerar la caida en un decenio; no obstante suponer algunos que hay determinadas épocas cada 40 ó 50 años, en las que las caidas de aguas son fenomenales: pero aún suponiendo comprobada esta creencia, que no lo está, no sería posible ajustar las obras á ello, ni tampoco fijar con certeza los datos necesarios: tomados los de un decenio habremos hecho cuanto humanamente puede hacerse, y si acaso el elegido, no comprendiese uno de esos años fenomenales y llegase en alguna ocasion á exceder la caida de aguas, de la observada, siempre se deja al proyectar las obras una márgen de seguridad que sin duda sería suficiente para responder de tan remota contingencia.

Por la amabilidad del señor D. José del Castillo, hemos sido favorecidos con las estados de la lluvia caida en el Observatorio de la Universidad de Sevilla durante los once años de 1870 á 1880, ambos inclusive, que á continuacion (véase Apéndice) agregamos: estos estados comprenden el año 1876 en el que ocurrió la tan desastrosa riada, y por tanto, podemos suponer que comprende uno de los años fenomenales

en caida de aguas, si tal cosa existe; segun estos datos, resulta que los dias de mayor lluvia en cada año fueron:

1870.—Noviembre	25. . .	22,88	m m
1871.—Noviembre	7. . .	18,72	"
1872.—Octubre	27. . .	27,87	"
1873.—Noviembre	13. . .	11,23	"
1874.—Noviembre	1. . .	20,80	"
1875.—Diciembre	17. . .	31,81	"
1876.—Noviembre	29. . .	43,63	"
1877.—Enero	4. . .	39,77	"
1878.—Octubre	21. . .	61,14	"
1879.—Noviembre	28. . .	56,51	"
1880.—Octubre	30. . .	43,03	"

La mayor caida de agua, segun el anterior estado, fué el 21 de Octubre de 1878, que alcanzó á 61,14 milímetros, siendo de notar que esta cantidad es bastante mayor que la que tuvo lugar en 29 de Noviembre de 1876 que produjo la inundacion de aquel año; lo cual, sin embargo, no es de extrañar, si se tiene en cuenta que las inundaciones se producen por las lluvias que caen sobre la sierra y no por las que caen en la ciudad, y porque además son debidas á una caida continuada y no á las grandes caidas de agua que por regla general son de corta duracion; sin embargo, la índole especial del proyecto nos obliga á considerar precisamente éstas como dato necesario para la cuestion del desagüe, por lo tanto, lo que nos interesa es la referida del año 1878 cuando llegó á 61,14 milímetros en las 24 horas. Ahora bien, una caida de 61,14 milímetros de lluvia sobre

una hectárea de terreno, suponiendo que no haya evaporacion ni absorcion, producirá un volúmen en las 24 horas de

$$10.000 \text{ metros} \times 0{,}06114 = 611{,}40 \text{ metros cúbicos},$$

que divididos por 1.440, número de minutos de las 24 horas, equivalen á 0,424 metros cúbicos por minuto.

Tratándose del desagüe de una poblacion cubierta de casas y con calles empedradas, debe suponerse que toda el agua que sobre ella caiga irá á las cloacas; puesto que en épocas lluviosas, estando la atmósfera recargada de humedad y el cielo cubierto, la evaporacion es muy pequeña: no puede dudarse, sin embargo, que en tales épocas hay evaporacion y que parte de la lluvia es absorbida por el terreno, aún en las calles mismas, y mucho más en los jardines, pero hemos preferido no deducir nada por este concepto, tomando los 0,424 metros cúbicos por minuto como la cantidad de agua que suministrará cada hectárea de terreno, á la cual debe agregarse la procedente del agua empleada en los usos domésticos.

Cantidad de aguas fecales.

El número de habitantes que corresponde á cada hectárea de la superficie cubierta de edificacion en Sevilla, es algo menos de 400; pero para nuestro cálculo tomaremos 400 habitantes por hectárea y supondremos que cada uno consuma 150 litros diarios; por consecuencia, el volúmen total que podría suministrar cada hectárea por este concepto, será

$$400 \times 150 = 60.000 \text{ litros}$$

por dia, lo que dividido entre los 1.440 minutos que

contiene un dia dará un volúmen de 41,60 litros por minuto ó en números redondos 0,042 metros cúbicos por minuto.

Total de aguas correspondiente á la parte edificada.

Ahora, suponiendo que todas las casas de Sevilla están surtidas de agua á razon de 150 litros por dia y habitante, y el dia de mayor lluvia conocido, ó sea de 61,14 milímetros, y que la totalidad de estas aguas, sin deducir nada por evaporacion ni absorcion ingrese en la cloaca; resultará un volúmen por hectárea y minuto como sigue:

Por lluvia.	0,424	metros cúbicos	por	1'
Por aguas fecales.	0,042	id.	id.	id.
Total.. . . .	0,466	metros cúbicos	por	1'

En nuestros cálculos hemos tomado como base 0,50 metros cúbicos por minuto y hectárea como la cantidad mayor de agua que en la parte edificada podrá correr por las cloacas y llegar á las máquinas, á cuya cifra hemos ajustado las correspondientes dimensiones.

Cantidad de aguas que corresponde á la parte no edificada.

La otra parte que completa la superficie aislada, no tiene edificaciones, y probablemente en mucho tiempo no las tendrá, dedicándose en su mayor parte á huertas; esta clase de terreno siempre en cultivo, absorbe una gran cantidad del agua que sobre él cae en forma de lluvia, especialmente en climas tan secos como el de Sevilla, en el cual el término medio de lluvia en el año, segun se consigna en las tablas unidas al final de esta Memoria, solo alcanza á 414,83 milímetros; si para estos terrenos calculamos que de toda el agua caida el 60 por 100 solamente es absorbida por ellos, dejando correr el 40 restante á las

cloacas, habremos hecho un cálculo muy liberal; en esta superficie tampoco hay que tomar en cuenta volúmen de agua procedente del abastecimiento, de forma que si el volúmen que por minuto de tiempo corresponde á una hectárea en los dias de mayor lluvia es de 0,424 metros cúbicos, el que corresponderá á los terrenos que en este momento nos ocupa será

$$0{,}424 \times 0{,}40 = 0{,}1696 \text{ metros cúbicos}$$

tambien por minuto, ó en números redondos

0,17 metros cúbicos

por minuto y hectárea.

Tal vez alguien pudiera alegar en contra de este cálculo, que llegará un dia en que toda esta superficie se cubrirá de edificacion, en cuyo caso las cloacas de aquella zona serian insuficientes para el servicio; pero este argumento no es de temer, porque precisamente en ella no se construirán las cloacas sino á medida que el ensanche de la ciudad lo vaya reclamando: lo que nos interesa tener hoy en tal concepto, es una parte de la cloaca maestra, por la que en su dia habrán de pasar las aguas de los futuros barrios, y la fuerza necesaria en las máquinas; pero como al fijar las dimensiones de la cloaca maestra, se ha dejado márgen bastante para que puedan contener todas las aguas, y respecto á la potencia de las máquinas, además de haber dejado tambien márgen, se sabe que una buena máquina, puede siempre desarrollar mucha mayor fuerza que la calculada, no de-

be temerse llegue un dia en que las obras no basten para el servicio que han de llenar. Otras consideraciones se hacen necesarias al fijar las dimensiones y condiciones de las obras, pero pueden aplazarse por ahora, hasta que hayamos descrito el sistema general de alcantarillado que se propone.

Division de las zonas alta y baja, designacion de las cloacas maestras y volúmen máximo de líquido á elevar.

Ya se ha dicho que el área que se trata de desaguar se divide naturalmente en dos zonas, la primera que llamaremos la parte baja, cuyas aguas corren al valle que comprende en su parte más baja la Alameda de Hércules, y la segunda ó parte alta, que vierte las suyas al valle del Tagarete.

Subdivision de la parte baja.

El área total de la parte baja es de

226,3233 hectáreas

dividida en 13 distritos, que hemos designado con letras distintivas y cuyas superficies parciales son como sigue:

	Hectáreas.
Distrito A......	21,5403
" B......	4,0896
" C......	25,1158
" D......	8,0673
" E......	22,8198
" F......	23,0697
" G......	14,2134
" H......	13,3522
" I......	2,1799
" J......	3,8410
" K......	15,4554
" L......	37,5098
" M......	33,9569
Total.....	226,3233 hectáreas.

Estos distritos se subdividen en 73 subdistritos, cuyas áreas respectivas no se enumeran aquí por ocupar demasiada extension y hallarse consignadas en las Hojas números 2 al 14 en escala de 1 por 1.250, en las cuales dichos subdistritos se señalan con líneas de puntos azules.

Difícil y laboriosísima ha sido la tarea de determinar convenientemente los límites y situacion de los distritos; para conseguirlo nos ha sido necesario en primer término, hacer una escrupulosa nivelacion de toda el área de la ciudad y fijar las curvas de nivel de medio en medio metro.

En el Plano general Hoja número 1, se encuentra señalada la línea divisoria de las zonas alta y baja, con sepia, y los límites de los diversos distritos en que cada zona se ha dividido, van contorneados con colores diferentes para poder distinguirlos con facilidad á primera vista; en este Plano, los distritos que corresponden á la parte baja llevan su rótulo distintivo, así como el área que comprenden, escritos con tinta azul, y de la misma manera los correspondientes á la parte alta están señalados con tinta carmin. Este Plano en escala de 1 por 2.500 solo lleva señaladas las cloacas principales de cada distrito y las curvas de nivel de metro en metro, para evitar confusion de líneas; pero en las Hojas números 2 al 14, se presentan cada distrito con los mismos colores distintivos en escala de 1 por 1.250 conteniendo las curvas de nivel de medio en medio metro, y además todas las cloacas secundarias, cámaras, bocas de registro y otros detalles.

En dicho Plano general, Hoja número 1, se verá que la cloaca maestra de la parte baja empieza en el

cruzamiento de la calle de Harinas con la de la Laguna, en cuyo punto se reunirán las cloacas principales de los distritos G y H; desde este punto recorre las calles de Laguna, Palenque, Zaragoza, Victoria, plaza de San Fernando, calle de Mendez Nuñez, plaza del Pacífico, calle de O'Donnell, Campana, plaza del Duque, calle de Trajano y Alameda de Hércules, terminando al extremo de ésta. A dicha cloaca maestra acometen en todo su trayecto las principales de los distritos, de manera que al llegar al final en el punto señalado, todas las aguas provenientes de la parte baja, se encontrarán reunidas.

Antes de entrar en detalles sobre la manera de disponer de estas aguas y de las dimensiones, pendientes, etc., convendrá tratar de la otra parte, ó sea la que hemos distinguido por parte alta.

Cloaca maestra de la parte alta.

La cloaca maestra correspondiente, debe establecerse forzosamente en en lecho del actual arroyo Tagarete, á causa de ocupar éste el fondo del valle, al que naturalmente afluyen todas las aguas de dicha zona.

Hubiera sido muy ventajoso poder reunir todas las aguas, tanto de la parte alta como de la baja, en un solo punto, evitando así gran parte del gasto de establecimiento, y el mayor que resulta en el entretenimiento de la maquinaria establecida en dos puntos distintos; pero las condiciones especiales de la ciudad, como más adelante veremos, nos ha decidido por el doble establecimiento de bombas.

Ahora bien, dando á la cloaca maestra de la parte baja, la pendiente necesaria para conducir las aguas con una velocidad conveniente, resulta que el fondo de la misma á su terminacion en la Alameda

		Hectáreas.
Distrito	del Tagarete.	85,9900
Id.	Huerta.	55,9675
Id.	Féria.	129,4250
Id.	Santa Justa.	19,9883
Id.	Trinidad..	7,3616
Id.	Capuchinos.	25,9904
Total hectáreas.		324,7228

Del distrito de la Huerta se calcula que una mitad podrá desaguarse por medio de una válvula automática, y del de la Féria, 14,9857 están cubiertas de edificacion.

Los seis distritos mencionados pueden dividirse en dos partes, la una que comprende todo el terreno de labor, y que por consecuencia, solo dejará correr por su superficie el 40 por 100 de la lluvia que reciba, y la otra que se encuentra cubierta de edificacion y producirá el máximo desagüe.

La primera parte será constituida por las siguientes superficies:

		Hectáreas.
Distrito	del Tagarete. . .	85,9900
Id.	Huerta.	27,9837
Id.	Féria.	114,4393
Id.	Santa Justa.. . .	19,9883
Id.	Trinidad.	7,3616
Id.	Capuchinos . . .	25,9904
Total.		281,7533 hectáreas.

de Hércules tendrá la cota de 9,53 metros sobre el plano de comparacion; con las mismas condiciones, el fondo de la cloaca maestra de la parte alta tendrá la cota de 10,120 metros.

Volúmen máximo de aguas procedente de la parte baja.

En la parte baja, donde todo el terreno está cubierto de edificacion, hemos de contar con el desagüe máximo, que como se ha dicho es

0,50 metros cúbicos por hectárea y 1'

y como la zona de que se trata, tiene un área total de

226,3233 hectáreas,

el desagüe máximo será

$226{,}3233 \times 0{,}50 = 113{,}1616$ metros cúbicos por 1'

Subdivision de la parte alta.

La parte alta comprende un área total de

501,6428 hectáreas;

es verdad que la superficie defendida de inundaciones en esta parte es mucho mayor; pero como cierta cantidad puede desaguarse por medios naturales, solo hemos incluido en los cálculos la extension que sea necesario desaguar con el auxilio de las máquinas.

De las 501,6428 hectáreas antedichas, 324,7228 componen los Distritos del Tagarete, Huerta, Féria, Santa Justa, Trinidad y Capuchinos, terrenos dedicados hoy, casi exclusivamente á huertas y pastos, y el detalle de sus áreas es como sigue:

La restante de la parte alta se compone de los siguientes distritos:

		Hectáreas.
Distrito	A.	1,9549
Id.	B.	12,8120
Id.	C.	24,1622
Id.	D.	18,2283
Id.	E.	3,3851
Id.	F.	21,3028
Id.	G.	9,0354
Id.	H.	3,0668
Id.	I..	3,2890
Id.	J..	5,2592
Id.	K.	6,7346
Id.	M.	3,7643
Id.	N.	19,3746
Id.	O.	3,0909
Id.	P.	6,4552
Id.	Q.	3,6071
Id.	R.	13,9386
Id.	S..	17,4590
Total.		176,9200 hectáreas.

A esta suma hay que agregar la parte del distrito de la Féria, que se ha separado de la anterior, ó sean 14,9857 hectáreas, lo que arroja un total de

176,9200+14,9857=191,9057 hectáreas

que deben calcularse produciendo el desagüe máximo, y

281,7533 hectáreas

que solo dejan correr el 40 por 100 del agua que cae sobre su superficie.

Volúmen de aguas máximo. Parte alta.

El volúmen total de agua que deberán elevar las máquinas en la parte alta será

191,9057 hect.^{s}	×0,50 mt.^{s}	=95,9528	mt.^{s} cúb.^{s}	por 1'
281,7533 id.	×0,17 id.	=47,8980	id.	
Total metros cúbicos. .		143,8508		por 1'

Máximo volúmen total á desaguar.

y por consecuencia, el total desagüe de toda la superficie defendida será:

Parte alta. . . .	143,8508	metros cúbicos	por 1'
Parte baja. . . .	113,1616	id.	id.
Total desagüe..	257,0124	metros cúbicos	por 1'

Así pues, tendremos un volúmen de 143,8508 metros cúbicos á un nivel de 10,120 metros sobre el plano de comparacion y 113,1616 metros cúbicos al nivel de 9,53 metros sobre el mismo plano: para reunir estos caudales de agua bajo un solo establecimiento de bombas, hubiera sido preciso atravesar la ciudad por medio de un túnel; pero estando la capa de aguas subterráneas en la línea divisoria en épocas normales á una altura sobre el plano de comparacion de 14,775 metros, y vista la clase del subsuelo, la construccion de un túnel debajo de las casas y á unos cinco metros inferior al nivel del agua subterránea, hubiera sido difícil y costosísimo; y por esta y otras razones que no es necesario esplicar aquí, hemos decidido construir los dos establecimientos de bombas,

el uno que se situará al final de la Alameda de Hércules para el desagüe de la parte baja, y el otro cerca de la estacion del ferro-carril de Cádiz, para el desagüe de la parte alta.

Desagüe de la parte baja.

Las bombas de la Alameda de Hércules elevarán las aguas y las verterán en una cloaca, que empezando casi enfrente del Hospital siga por la ronda hasta llegar cerca del Perneo, atravesando el prado de Santa Justa para llegar al fondo del valle, siguiendo despues por el cáuce del mismo Tagarete hasta la casa de las máquinas.

Solo una vez en once años ha caido una lluvia tan abundante que exigiese el desagüe máximo, y por lo tanto nos ha parecido un gasto inútil construir la cloaca de la parte alta de seccion bastante grande para conducir tanta cantidad. Establecidas las máquinas de la parte baja tan cerca del rio, más sencillo nos pareció aprovechar esta salida para las aguas de esta parte en tiempos extraordinarios.

Cuando la cantidad de lluvia llegue á 10 milímetros por dia el desagüe por este concepto de cada hectárea, es casi doble del que corresponde á las aguas fecales, aún suponiendo que cada persona gastase 150 litros diarios. En estas ocasiones, el rio lleva siempre un gran caudal de agua y ningun peligro habría en verter entonces en el mismo las aguas procedentes de las cloacas, porque además de hallarse muy diluidas, su volúmen es tan pequeño comparado con el que conduce el rio, que se perderían en seguida, por lo que proponemos verter todas las aguas de la parte baja en la cloaca maestra de la parte alta, mientras que la lluvia no llegue á 10 milímetros diarios, echándolas directamente al rio por medio de

caños forzados de hierro, cuando exceda de esta cantidad. Examinando las tablas que hemos agregado en el Apéndice, se verá que los dias de cada año en que la cantidad de lluvia ha excedido de 10 milímetros, son los siguientes:

1870	7 dias.
1871	6 "
1872	10 "
1873	5 "
1874	3 "
1875	6 "
1876	28 "
1877	15 "
1878	21 "
1879	20 "
1880	15 "
Total.	136 dias.

Resulta, pues, que solo en 136 dias de los 4.015 que componen once años, ha excedido la cantidad de lluvia de 10 milímetros; así es que para prever casos tan raros no convendría construir cloacas de grandes dimensiones y se propone hacer la maestra de la parte alta con condiciones suficientes para contener la cantidad que corresponde á una caida de 10 milímetros de lluvia y además las aguas fecales tanto de la parte baja como las que corresponden á sus propios distritos.

Una caida de 10 milímetros en 24 horas por dia produce un volúmen de 100 metros cúbicos por hectárea, que dividido por 1.440, número de minutos en

el dia, corresponde á un desagüe de 0,07 metros cúbicos por hectárea y minuto, agregando á este resultado las aguas fecales, que hemos calculado antes en 0,042 metros cúbicos por hectárea y minuto, el volúmen total entonces sería 0,112 metros cúbicos por hectárea, que sobre las 226,3233 hectáreas que componen la parte baja, arroja un total de

$$226{,}3233 \times 0{,}112 = 25{,}34 \text{ metros cúbicos por minuto.}$$

La cloaca maestra de la parte alta en su principio debe ser capaz de contener este volúmen.

Potencia de las máquinas.

Decidida la construccion de dos establecimientos de bombas, conviene estudiar la fuerza que se necesitaría en cada uno de ellos.

En épocas extraordinarias se ha calculado que el desagüe por todos conceptos podría llegar á 0,50 metros cúbicos por hectárea y minuto, lo que arroja un total de 113,16 metros cúbicos por minuto para la parte baja, cuyas aguas afluyen al establecimiento de la Alameda de Hércules. En estas ocasiones las aguas deben ser elevadas al rio.

El nivel del fondo de la cloaca en la Alameda es de 9,53 sobre el plano de comparacion y en los dias de gran lluvia la altura del agua en la misma podría llegar á un metro; pero teniendo en consideracion el desnivel que se necesita para pasar el agua por los limpiadores y otras circunstancias que pueden rebajar el nivel de la misma, se ha fijado el del pozo de las bombas en 10,00 sobre el plano de comparacion, ó sea por término medio 0,47 más alto que el fondo de la cloaca; el nivel de la rasante del terraplen sobre el que deben pasar las aguas, es de 19,00 y por

consecuencia, la altura á que habrán de elevarse será de 9 metros, agregando á ésta la altura necesaria para compensar el rozamiento en los caños de desagüe. La distancia de las máquinas al rio es de 430 metros, y proyectamos colocar cuatro caños de 0,76 metros de diámetro cada uno de ellos, con una pendiente de 0,0015 que pueda conducir, estando limpios, 0,582 metros cúbicos, ó sea un total por los cuatro caños de 2,328 metros cúbicos, equivalentes á 139,68 metros cúbicos por minuto, ó sea un 23 por 100 más que el desagüe máximum, compensando así las pérdidas que ocasionen los depósitos que al cabo de algun tiempo se formen en los caños. La altura adicional á que debe elevarse el agua para compensar el rozamiento en los caños será de

$$430 \text{ metros} \times 0{,}0015 = 0{,}645 \text{ metros líneales,}$$

que aumentados á los 9,000 metros dichos, dá un total de 9,64 metros.

Para calcular la fuerza de las máquinas, adoptamos la fórmula inglesa que estima la fuerza de un caballo en 33,000 libras elevadas á la altura de un pié en un minuto, que equivale á 4,563 kilógramos elevados á un metro de altura en el mismo tiempo. La fuerza teórica necesaria para elevar los 113,161 metros á una altura de 9,64 metros, sería

$$\frac{\overset{\text{Kilos.}}{113{,}161} \times \overset{\text{Mets.}}{9{,}64}}{4{,}563} = 239 \text{ caballos ó sea } 240 \text{ caballos.}$$

En épocas en que la lluvia no pasa de 10 milí-

metros por dia, toda el agua debe echarse á la cloaca maestra de la parte alta. La cantidad de agua que afluya á las máquinas, y además las aguas fecales, será como queda dicho, 0,112 metros cúbicos por hectárea, ó sea sobre el área total de la parte baja

Hects.	M. C.	M. C.

226,3233×0,112=25,3482 por minuto.

El fondo de la cloaca de la parte alta en su principio frente al Hospital general es de 15,30 sobre el plano de comparacion, y se ha fijado en 15,00 la altura del agua en la cloaca por término medio. Si la altura del agua en el pozo de bombas es 10,00 metros, la total á que habrán de elevarse las aguas será de 5, más la adicional que compense el rozamiento en los caños.

La distancia entre las máquinas y la cloaca es de 765 metros lineales, y para conducir los 25,34 metros cúbicos, proponemos colocar dos caños de á 0,60 metros de diámetro, pudiendo cada uno de ellos conducir 0,3198 metros cúbicos por segundo con una pendiente de 0,0014, ó sea un total mínimo de 38,37 metros cúbicos por minuto. La pérdida por rozamiento sobre los 765 metros, sería

765×0,0014=1,071 metros

que deben agregarse á los 5 metros de diferencia de nivel, dando una altura total para la elevacion del agua de 6,07 metros, ó sea en números redondos 6 metros. La fuerza necesaria sería

$$\frac{\underset{\text{Kilos.}}{25{,}348}\times 6}{4{,}563}=33{,}3 \text{ caballos.}$$

Finalmente, cuando no llueva, tendremos que elevar solamente las aguas fecales, que serán como se ha dicho antes 0,042 metros cúbicos por hectárea, ó sean 9,5055 metros cúbicos por minuto, por las 226,3233 hectáreas que componen el área total de la parte baja, para cuya cantidad solo se necesitaría uno de los dos caños, pero la elevacion sería la misma que en el caso anterior. La fuerza necesaria sería

$$\frac{\underset{\text{Kilos.}}{9{,}505}\times\underset{\text{Mts.}}{6}}{4{,}563}=12{,}5 \text{ caballos.}$$

Resumiendo tenemos:

1.° En casos extraordinarios se puede necesitar una fuerza de.	240	caballos.
En casos ordinarios de lluvia.	34	id.
En tiempos secos	13	caballos.

Proponemos cuatro máquinas de 60 caballos cada una. Es evidente, que cuando no llueva, la fuerza de una máquina de 60 caballos es mucho más que lo necesario, pero se la puede hacer funcionar muy lentamente, no excediendo en este caso su entreteni-

miento, del de una máquina pequeña, y siendo solo necesario dar más vapor si la lluvia empieza, pero si continuase y la caida excediese de 10 milímetros por dia, se procedería á cerrar la válvula de los caños que conducen las aguas á la cloaca alta, abriendo las que las conducen al rio. Desde este momento, segun que la lluvia lo vaya demandando, deben irse encendiendo las otras máquinas, hasta tener las cuatro funcionando si la lluvia llegase á alcanzar la cantidad máxima señalada.

En tiempos normales funcionarán alternando por semanas las cuatro, con el objeto de conservarlas siempre en buenas condiciones, dispuestas á trabajar.

Desagüe de la parte alta.

El volúmen mayor de desagüe de la parte alta será como se ha expresado antes, de 143,8508 metros cúbicos por minuto, esto es, en los casos de lluvia extraordinaria, cuando no recibe agua alguna de la parte baja.

Cuando la lluvia no pasa de 10 milímetros por dia, las máquinas de la parte alta tendrán que desaguar toda la procedente de ambas zonas.

Los volúmenes serán entonces:

De la parte baja.	25,3482
De la parte alta. . . . . . . 191,905 hectáreas × 0,112 metros cúbicos.	21,4933
Total.	46,8415

metros cúbicos por minuto.

En tiempos secos, cuando no llueve, los volúmenes serán:

De la parte baja.	9,5055
De la parte alta. . . . . . . 191.905 hectáreas×0,042.	8,0600
Total.	17,5655

metros cúbicos por minuto.

Los tres volúmenes serán:

	Mets. cúbs.
En casos extraordinarios. . .	143,8508
En casos ordinarios.	46,8415
En tiempos secos.	17,5655

En casos extraordinarios, se echarán las aguas en el arroyo Tamarguillo cerca del puente, al final del prado de San Sebastian. La distancia desde las máquinas á este punto es de 1.560 metros lineales, y para conducir las aguas proponemos cuatro caños de 0,76 de diámetro, los cuales con una pendiente de 0,0015 podrán conducir estando limpios, 0,582 metros cúbicos por segundo, ó sea un total por los cuatro caños de 2,328 metros cúbicos por segundo, igual á 139,650 metros cúbicos por minuto; cierto que la cifra dicha de 139,68, es menor que la calculada anteriormente; pero elevando algo más las aguas alcanzarán mayor velocidad en los caños, pudiendo llegar al desagüe de los 143,8508 metros calculados:

ahora bien, esta mayor elevacion supone aumento de fuerza, lo que podrá obtenerse en estos excepcionales casos, forzando algo la presion en las máquinas, siempre preferible, á aumentar el presupuesto aumentando el diámetro de los caños.

La pérdida por rozamiento en la distancia de 1.560 metros líneales, sería de

$$1.560 \times 0{,}0015 = 2{,}34 \text{ metros.}$$

Desagüe en los casos ordinarios.

En los casos ordinarios proponemos llevar las aguas á una distancia de 3.000 metros más allá del Tamarguillo, antes de echarlas en el rio.

El volúmen en tales casos es 46,84 metros cúbicos, y proyectamos colocar dos caños de 0,76 de diámetro, cada uno de los cuales será capaz de conducir estando limpios, como se ha dicho antes, 0,582 metros cúbicos por segundo, con una pendiente de 0,0015 ó sea un total de 1,164 metros cúbicos, que equivalen á 69,80 metros cúbicos por minuto. En tiempos secos, el uso de uno de los caños sería suficiente. La pérdida por rozamiento en estos caños sobre los 3.000 metros sería

$$3.000 \times 0{,}0015 = 4{,}50 \text{ metros.}$$

El fondo de las cloacas en las máquinas es de 10,12 metros sobre el plano de comparacion, y hemos calculado la altura de agua en el pozo de bombas á 10,50, término medio; la rasante del terraplen en el Tamarguillo tiene la cota de 17,50 y la altura á que habrán de elevarse las aguas será de 7,00 me-

tros, más los 2,34, en concepto de pérdida por rozamiento que corresponde á la distancia de 1.560 metros, ó sea una elevacion total de 9,34 metros, ó 9,40 metros en números redondos.

Para los otros dos casos, tenemos que agregar á esta cifra los 4,50 metros que correspondan á la pérdida por rozamiento en los 3.000 metros desde el Tamarguillo hasta el desagüe en el rio, lo que dá un total de 13,90 metros.

Resumiendo tenemos:

1.° Un volúmen de 143,850 metros cúbicos por minuto, que debe elevarse 9,40 metros.

2.° Un volúmen de 46,841 metros cúbicos por minuto, que debe elevarse 13,90 metros, y

3.° Un volúmen de 17,565 metros cúbicos por minuto, que debe elevarse tambien 13,90 metros.

La fuerza necesaria sería en el primer caso;

Kilos.

$$\frac{143{,}850 \times 9{,}4}{4{,}563} = 269{,}3 \text{ caballos.}$$

En el segundo caso:

Kilos.

$$\frac{46{,}481 \times 13{,}9}{4{,}563} = 142{,}7 \text{ caballos.}$$

En el tercer caso:

Kilos.

$$\frac{17,565 \times 13,9}{4,563} = 53,5 \text{ caballos.}$$

ó sea en números redondos:

Para casos extraordinarios.. .	300	caballos.
Para casos ordinarios	143	id.
Para tiempo seco..	54	id.

En consecuencia, proyectamos cinco máquinas de 60 caballos de fuerza iguales á las anteriores, que podrán funcionar del mismo modo descrito para el establecimiento de la Alameda. Estudiadas las condiciones generales del desagüe, volúmenes de agua, ó fuerza de máquinas, nos ocuparemos del sistema de alcantarillado.

Cloacas y cañerías.

En las Hojas números 24 y 25 se presentan los modelos de varias cloacas que proponemos emplear; la primera contiene las cloacas de material y la segunda de barro vidriado.

Cuando la cantidad de agua que haya de conducirse permita su empleo, los caños de barro sirven perfectamente para el caso, pero no conviene emplearlos de diámetros mayores de 60 centímetros, porque pasando esta dimension, es difícil conservar la forma cilíndrica en su fabricacion, y los enchufes en estos casos no se ajustan bien, dando lugar á filtraciones; cuando el volúmen á conducir excede de lo que puede llevar un caño de 60 centímetros de

diámetro, es preferible emplear cloacas de material.

Una desventaja que generalmente tienen los caños de barro, es la dificultad que presentan para su inspeccion y limpieza. En muchos casos estos caños dan mal resultado, cuando se les coloca en curvas, porque como son demasiado pequeños para permitir el paso de un hombre por ellos, el único medio de examinarlos cuando se obstruyen, es descubrirlos y romperlos en varios puntos hasta encontrar el obstruido. El modo de evitar esta dificultad, es colocarlos siempre en línea recta, estableciendo en el punto de reunion de dos líneas, una cámara de registro; de este modo, su inspeccion es fácil; un hombre puede ver siempre desde una cámara á otra y si hay obstruccion en alguna parte se puede saber con certeza el punto en que se encuentra y con el auxilio de los útiles que para estos casos se usan, es fácil removerla sin necesidad alguna de levantar el pavimento de la calle.

Colocados de este modo, y empleando el esmero debido al hacer los enchufes, estos caños dan excelente resultado, porque además de permitir el fácil enlace con otros, su superficie interior lisa y barnizada, impide la aglomeracion de sedimentos.

Cuando las cloacas han de conducir grandes cantidades de agua, es preferible emplear conductos de fábrica.

En la construccion de cloacas en esta forma es imposible hacer un paramento liso al interior de ellas si su seccion no permite la entrada de un hombre, condicion importantísima en la construccion de cloacas, y una vez que la cantidad de agua que haya de conducir exceda de lo que puede pasar por un caño,

deben construirse de fábrica, siendo las dimensiones menores que deberán permitirse, las señaladas en el Modelo número 6, Hoja número 24. Esta seccion permite el paso de un hombre, tanto durante la construcion de la cloaca cuanto despues, para la limpieza y recomposicion.

Ciertamente, en algunos casos, la seccion del número 6 es mayor que la necesaria para el agua que afluirá, pero la diferencia de coste entre una cloaca del modelo número 6 y otra más pequeña no es mucha, y aún siéndolo, no convendría sacrificar las condiciones higiénicas de ellas, á mezquinas economías.

Pendientes.

La forma dada á las cloacas en la Hoja número 24, es la que creemos más adaptada al resultado que tratamos de obtener. Escusado sería decir que una de las condiciones más necesarias y aún imprescindibles en las cloacas, es que den fácil y pronta salida á las aguas. En un sistema de alcantarillado cuidadosamente estudiado y construido, las aguas fecales no deben detenerse un solo instante desde el momento en que ingresan en las cloacas hasta llegar á un punto de desagüe lejos de la ciudad.

La experiencia ha demostrado que una velocidad media de 60 centímetros por segundo, es suficiente para arrastrar todas las materias que entran en las cloacas, pero que bajando la velocidad de esta cifra, las cloacas se obstruyen, dando lugar á remansos y agregaciones de materias corrompidas.

Las aguas fecales antes de descomponerse, aunque producen olor desagradable, no dan lugar á emanaciones dañosas; el peligro empieza cuando estas materias quedan estancadas y la putrefaccion tiene lugar; así es que todo el cuidado del Ingeniero

debe tender á conseguir la salida inmediata de tales aguas: ahora bien, una velocidad de 60 centímetros por segundo, equivale á una distancia recorrida de 36 metros por minuto, ó de 2.160 metros por hora. En tres horas con esta velocidad, el agua habría corrido 6.480 metros, ó sea cerca de seis kilómetros y medio; así es que si conseguimos que no haya cloaca en que la velocidad baje de 60 centímetros por seguudo, tendremos la seguridad de que todas las aguas fecales estarán á lo menos, á una distancia de dos kilómetros de la ciudad á las tres horas de su ingreso en aquellas, ó sea antes de que tengan tiempo de entrar en descomposicion.

Forma interior de las cloacas.

Las cloacas deben construirse con tales pendientes y de forma tal, que den dicho resultado. Como han de servir tanto para las aguas fecales como para las pluviales, los volúmenes que han de pasar por ellas en diferentes épocas, serán muy variables, y en el establecimiento de máquinas de la Alameda de Hércules, por ejemplo, veremos que la cantidad de agua que afluirá en tiempo seco, será solamente 9,505 metros cúbicos por minuto, mientras que en casos de grandes lluvias podrá aumentar hasta 113,1616; y como quiera que la velocidad del agua está en relacion directa con la masa ó volúmen de ella, resulta que segun se disminuye éste, quedando la misma pendiente, disminuirá la velocidad. El movimiento del agua tambien tiene relacion directa con la extension del perímetro mojado, ó sea que la forma del canal influye mucho en la velocidad, así es que el rádio medio de un canal, ó sea el área dividida por el perímetro mojado, es una de las condiciones importantes en los cálculos de velocidad.

La forma más adecuada para llenar los dos requisitos que buscamos, es decir, el de poder llevar grandes cantidades cuando sea necesario, y al mismo tiempo, llevar cantidades muy insignificantes con una velocidad regular, es sin duda la que presenta la Hoja número 4. Con esta seccion conseguimos para cantidades pequeñas la mayor profundidad posible con el menor perímetro, y por consiguiente la mayor velocidad.

Para poder conservar la forma y obtener una superficie pulimentada en la parte inferior de estas cloacas, construiremos dicha parte con bloques de barro vidriado y la superior de fábrica de ladrillo con mortero ú hormigon hidráulico.

Las Hojas números 15 y 16 contienen los perfiles longitudinales de las dos cloacas maestras de las zonas alta y baja y los de las principales de cada distrito.

La pendiente dada á las cloacas maestras es de 0,00131; la configuracion del terreno en ambas zonas no permite el empleo de grandes pendientes y las condiciones especiales de la ciudad, tampoco se prestan á escavaciones profundas que pudieran influir en la seguridad de los edificios. Con la expresada pendiente se ha podido limitar la escavacion á una profundidad razonable que al mismo tiempo permite el enlace de las cloacas de los diferentes distritos en términos aceptables.

Por regla general, casi todas las cloacas secundarias, podrán ser sustituidas por caños de barro. Solo en uno ó dos casos ha sido necesario proyectar las de fábrica. En las principales de cada distrito quedará por término medio la parte más alta del

trasdós á una profundidad de dos metros debajo de las rasantes de las calles, y en las restantes á metro y medio próximamente.

Gasto. Para calcular el gasto correspondiente, nos hemos servido de la fórmula de Bazin:

$$RI=AV^2$$

en que R=Rádio medio.
I=Pendiente.
V=Velocidad media.
y A un coeficiente variable.

Bazin distingue en sus fórmulas cuatro clases de paredes, segun las cuales varía el coeficiente A. Cuando se trata de caños de barro vidriado y de altura de agua en las cloacas que no alcanzan á la parte de fábrica, hemos tomado el coeficiente que corresponde á la primera categoría de Bazin, en los demás casos tomamos el de la segunda.

Al calcular tambien el desagüe máximo de las cloacas, hemos supuesto que el agua llegue en las paredes á la altura en que los dos rádios del centro de la bóveda forman entre sí un ángulo de 78°30' por ser esta la condicion de mayor desagüe. En estas condiciones el Modelo número 6 tiene un perímetro mojado de 2,45 metros lineales y un área de 0,6669 metros superficiales de rádio medio R sería:

$$\frac{0,6669}{2,45}=0,27$$

Con este rádio, y para la segunda categoría el coeficiente de Bazin es 0,000239 y con la pendiente de 0,00131, tendríamos:

$$V^2 = \frac{0,27 \times 0,00131}{0,000239} = 1,48$$

$$\text{y } V = 1,216$$

metros por segundo, y el desagüe máximo sería:

$$0,6669 \times 1,216 = 0,8109$$

metros cúbicos por segundo, ó sean 48,65 por minuto.

Del mismo modo, los desagües serán:

Del Modelo	número 5. . . .	60,00	por 1'
Id.	número 4. . . .	75,04	id.
Id.	número 3. . . .	90,71	id.
Id.	número 2. . . .	109,42	id.

Como no se necesita emplear el número 1, no se ha calculado su desagüe; consignamos, sin embargo, el modelo, por si su empleo fuere necesario.

En los perfiles hemos señalado el desagüe máximo (D.^{m}) de cada distrito, y se verá que la cloaca maestra es con exceso suficiente para todas las eventualidades.

Pero el punto más interesante en esta parte del proyecto, es la velocidad que llevarán las aguas

cuando las cloacas conduzcan la cantidad mínima de líquido.

Dejamos sentado anteriormente como condicion indispensable, que en ningun caso debe la velocidad bajar de 60 centímetros por segundo; si ahora tomamos la parte superior de la cloaca maestra desde su principio en la calle de la Laguna, punto en que conduce menor volúmen de aguas, veremos que en él recibe las de los distritos G y H, y siendo respectivamente:

G.	14,21	hectáreas.
H.	13,35	id.
ó sea un total de. .	27,56	id.

y el desagüe en tiempos secos de 0,042 metros cúbicos por minuto y hectárea el volúmen de agua que producirán ambos distritos, será:

$$27{,}56 \times 0{,}042 = 1{,}157$$

metros cúbicos por minuto, ó sea 0,0193 metros cúbicos por segundo. La altura del agua en este caso, será próximamente 0,15 metros, el perímetro mojado 0,521 metros, el área 0,0368 y

R equivaldrá á 0,0706

A para este caso será=0,000214

$$V^2 = \frac{0{,}0706 \times 0{,}00131}{0{,}00214} = 0{,}432$$

V=0,657 metros

por segundo, excediendo, aún en estas circunstancias, la velocidad del límite señalado.

No es necesario detenernos aquí exponiendo los diferentes cálculos sobre que se ha fundado el proyecto, con referencia á esta cuestion, que es la más importante de todas bajo el punto de vista higiénico, limitándonos á presentar un solo ejemplo.

La pendiente menor resulta en el distrito letra E, en la cloaca principal desde su orígen hasta la calle Abad Gordillo; la cual en este caso, es de barro y de 60 centímetros de diámetro; supongamos que solo corre por ella agua bastante para dar una altura de 10 centímetros que representan próximamente lo necesario para el desagüe en tiempo seco, y en consecuencia tendremos que el perímetro sería:

0,49 metros.

El área 0,029 metros.

$R=0{,}0591$ metros.

$I=0{,}00131$ metros.

$A=0{,}000225$ metros

$$V^2=\frac{0{,}0591\times0{,}00131}{0{,}00225}=0{,}344 \text{ metros.}$$

$V=0{,}586$ metros por segundo.

En este caso, la velocidad apenas llega al límite

señalado de 0,60, pero la diferencia es tan pequeña que no tiene importancia, y hay que tener presente que este es el único caso en que la velocidad puede ser algo menor, porque es precisamente el punto más difícil de la ciudad, siendo en todas las demás cloacas, las pendientes mucho más fuertes y las velocidades, por consecuencia, mucho mayores.

Cámaras y bocas de registro.

En las Hojas números 20, 21 y 22 presentamos los modelos de las diversas cámaras y bocas de registro. Estas cámaras tienen el doble objeto de facilitar el acceso á las cloacas para su exámen, limpieza y servir de ventiladores.

Sabido es, que la mayor prevision contra el desarrollo de gases nocivos en las cloacas es la ventilacion; llevando á ellas una corriente contínua de aire y facilitando su remocion constante, los gases se diluyen al mismo tiempo que los gérmenes que puedan contener, se oxidan en términos que pueden ser respirados sin peligro: la existencia de muchos ventiladores impide que el aire se comprima dentro de las cloacas, impulsando los gases á puntos donde no deben penetrar, como por ejemplo, los caños de comunicacion con las casas.

Husillos.

Antiguamente, era costumbre construir los husillos enterrándolos debajo del pavimento, cerrándolos herméticamente, tratando siempre de ocultarlos á la vista, y evitando se apercibieran por el olfato. Hecho esto, se consideraba la cuestion perfectamente resuelta, pero el desgraciado habitante de la casa en cuyo interior habia uno de aquellos, á semejanza del avestruz que cuando esconde la cabeza en un agujero se cree libre del peligro porque no vé á su perseguidor, dormia tranquilamente sin preocuparse del

enemigo que sobre su cabeza suspendia la espada de Damocles.

Mal construidas, como casi siempre, las cloacas antiguas, proyectadas sin cuidarse de las formas del fondo, ni de las reglas hidrológicas, las materias se estancaban en todas partes, dando orígen á la descomposicion y formacion de gases nocivos, los cuales, ascendiendo segun la ley á que obedecen se aglomeraban en las partes altas, aprovechando las salidas más fáciles, que siempre encontraban dentro de las mismas casas, en los puntos de comunicacion de éstas con las cloacas. Así pues, más bien que caños de saneamiento, eran conductores de gases desde el escondido laboratorio de la cloaca, al interior de la vivienda.

En las altas horas de la noche, cuando cerradas todas las ventanas y puertas de la habitacion, y sumergido en un sueño profundo que abria todos los poros de su cuerpo, el morador se creia libre de todo peligro, el enemigo, albergado dentro de su misma morada salia, y sorprendiendo su presa, le infiltraba los gérmenes que como flechas envenenadas, habian de causarle más tarde la muerte.

Ventilacion de las cloacas.

Más adelante tendremos que ocuparnos de las precauciones que deben adoptarse al hacer los acometimientos de las casas á las cloacas; por lo pronto, solo trataremos de la ventilacion de éstas y de los medios de evitar la formacion de gases deletéreos y su aglomeracion en ciertos puntos.

Las entradas á todas las cámaras y bocas de registro se cerrarán con un ventilador hecho exprofeso y cuyos detalles en escala grande presenta la Hoja número 23; consiste éste en dos cuerpos, el exterior

de forma cilíndrica que se coloca sobre la boca de entrada, descansando sodre un resalto de hierro que impide el paso del aire por esta parte; dentro de éste y en la parte inferior se halla un receptáculo destinado á recibir las materias desinfectantes. La parte superior está perforada con orificios que permiten la salida del aire. El otro cuerpo ó tapa, en forma de embudo, tiene un caño cerrado en su parte inferior por una válvula que funciona por medio de un contrapeso, y en su exterior hay otro receptáculo tambien destinado á recibir desinfectantes.

El objeto del caño en la tapa, es conducir á la cloaca cualquier agua ó polvo que se introduzca por entre la regilla que forma parte del pavimento en la calle, abriéndose la válvula en su fondo, tan pronto como el peso de la materia en el caño exceda al del contrapeso, y cerrándose seguidamente que ha dado paso á ésta.

Colocado el aparato en su sitio, todo el aire que sale ó entra á la cloaca tiene que pasar por encima ó por el medio de las materias desinfectantes; cuando es necesario reemplazar dichas materias se quita la tapa, y cuando se quiere reconocer la cloaca, se levanta el aparato completo, penetrando el obrero por el hueco que deja suficiente anchura al efecto.

Estas cámaras, al mismo tiempo que sirven como bocas de registro, son ventiladores, facilitando como facilitan la ventilacion perfecta en las cloacas y la desinfeccion de todo el aire que sale por ellas.

Las cámaras señaladas en la hoja número 22, están provistas de compuertas sencillas que permiten la retencion en las cámaras de toda el agua que baja de la parte superior y podrán por lo tanto servir co-

mo cámaras de limpieza (flustimg chambers.) Hay ocasiones en que se forma aglomeracion de sedimentos dentro de los caños, cuya remocion es fácil echando con fuerza una cantidad de agua. En estos casos solo será necesario bajar la válvula y dejar que la cámara se llene con las aguas que descienden, ó si necesario fuera, llenar la cámara con agua de una boca de riego; abriendo entonces las válvulas, la fuerza del agua contenida es suficiente para arrastrar las materias depositadas.

Sumideros de agua llovediza.

Para recojer las aguas llovedizas, hemos proyectado dos sietemas. Muchas de las calles de la ciudad, además de ser estrechas, vierten desde los costados al centro: en otras, cuya anchura lo permite, el empedrado ó adoquinado está hecho al estilo moderno; es decir, bombeado en el centro y con vertientes hácia los lados.

El agua que cae sobre la superficie de una calle arrastra en su corriente mucha arena, lodo y otras materias que penetrando en las cloacas, se depositan en ellas, haciendo difícil la limpieza y conservacion. Para evitar que esto suceda, las aguas al entrar desde la calle pasarán á una cámara ó receptáculo en que depositarán sus sedimientos, saliendo por una abertura practicada en una de sus paredes, por donde ingresarán en las cloacas; las bocas de estos husillos estarán provistas de portezuelas ó válvulas, que abriendo hácia el interior, permitan la entrada de las aguas, impidiendo el escape de los gases.

En los sumideros destinados para el centro de las calles, el agua entrará primero en un receptáculo de hierro, de donde pasará á otro de fábrica por medio de un hueco provisto de válvula colgante. Este se-

gundo receptáculo estará cerrado en su parte superior con una cubierta de hierro movible; su profundidad será bastante para recojer las materias arrastradas; desde este segundo raceptáculo, las aguas salen por un conducto abierto en la parte superior directamente á la cloaca.

Cuando sea necesario limpiar el segundo receptáculo, se quita la tapa, volviendo á colocarla una vez concluida la operaciou. La válvula colgante impide el paso del aire desde la cloaca á la calle y la forma dada al primer receptáculo impide que las aguas ó materias se detengan en esta parte.

Los sumideros para los costados de las calles se componen de una caja de hierro fundido, descansando sobre un pozo ó receptáculo de material, estando tambien provista la entrada á la caja, de una válvula colgante automática que permitiendo el acceso del agua impida la salida del aire.

El caño de conduccion desde el receptáculo á las cloacas se encuentra en la parte superior del mismo: dicha caja está provista de una puerta que permite la limpieza del receptáculo cuando sea necesario.

No es preciso que las válvulas cierren herméticamente, pues teniendo el aire de las cloacas libre salida por los varios ventiladores, no puede temerse que ejerza presion en parte alguna; lo único que debe suceder es que presenten bastante resistencia al establecimiento de una corriente por los sumideros, determinándola en la direccion de los ventiladores.

Acometimiento de las casas á las cloacas.

Nada más importante en obras de esta clase, que el enlace de las casas con las cloacas, y muchos han sido los medios proyectados para conseguir resultados satisfactorios.

Generalmente, para impedir el paso del aire desde la cloaca á la casa se construye un depósito con un muro divisorio, que desde la parte superior desciende hasta sumergirse algunas pulgadas en el agua, suponiendo que por este medio se impide el paso de los gases.

Pero además de ser estos mismos receptáculos focos de descomposicion y de infeccion, la práctica ha probado que es completamente ilusorio el resultado supuesto en la mayor parte de los casos. La abundancia de agua llovediza en las cañerías exteriores produce un vacío en las mismas, y en su consecuencia, los receptáculos se vacian parcial ó completamente, resultando en ambos casos inútiles; tambien las mismas causas algunas veces comprimen el aire en la parte alta, obligándole á pasar á través de la capa de agua, y finalmente, la práctica ha demostrado que cuando no existen ninguna de las dos causas mencionadas, los gases pasan con facilidad, siendo absorbidos por el agua del lado de la cloaca, y desprendiéndose á la atmósfera por el otro. El remedio único y seguro consiste en establecer:

1.° Un buen sistema de alcantarillado, que asegure la salida pronta de las aguas.

2.° Un sistema perfecto de ventilacion de ellas, removiendo la corriente de aire dentro de las mismas, y equilibrando su presion en todas partes.

Conseguidas estas dos condiciones, lo que debe cuidarse escrupulosamente en los acometimientos de las casas, es de evitar todo género de obstáculos en el curso en los caños, estableciéndolos con la mayor pendiente y el menor número de curvas posible; todo receptáculo que tienda á retener las aguas es malo;

como lo es tambien toda válvula ó aparato que se interponga con la mala entendida idea de impedir el paso del aire; estando bien establecidos los caños de enlace deben quedar siempre vacíos, si nó precisamente en el momento que ingresan gruesos, al menos cuando se viertan aguas por ellos.

Pero se dirá; quedando así completamente desprovistos de válvulas los caños. ¿Qué impide el paso del aire desde la cloaca hácia la casa? En primer término, teniendo el aire de las cañerías gran facilidad de correr por las grandes cloacas y de escapar por los ventiladores, no buscará salida por caños de pequeño diámetro, donde el rozamiento es mayor, por otro lado, con la debida construccion de los caños dentro de los pátios, aún dado el caso de una corriente ascendente, no debe desembocar nunca dentro de la casa. En la Hoja número 29 damos los Modelos de los diferentes medios de asegurar este resultado.

En primer lugar, á la entrada de cada casa debe construirse la cámara Modelo número 9, cuyo objeto es impedir el paso del aire de la cloaca; y consiste en una pequeña cámara, por el fondo de la cual, el caño de acometimiento corre en cáuce abierto; la cámara está cubierta con una losa provista en su parte superior de un caño ventilador, de las mismas dimensiones que el de la cloaca; dicho caño se eleva á cierta altura en el aire: ahora, si ocurre una corriente de aire procedente de la cloaca, cuando llega á la cámara, sube por su propia fuerza, y encontrando salida en la parte superior de la misma, por allí escapa. Este punto es el que ofrece menor resistencia, y por tanto, el aire tiene forzosamente que salir por él, en vez de bajar otra vez y remontar el otro caño.

Con el auxilio de esta cámara sencilla, conseguimos aislar completamente la casa de las cloacas, é impedir que una vez pasadas las aguas por ellas, puedan producir daño alguno en la casa de que proceden.

Conseguido este resultado, solo queda la pequeña extension de caños dentro de los pátios, y para evitar que de ellos llegue á la casa algun olor, se deben hacer los diversos enlaces en la forma señalada en los modelos que proponemos.

El Excmo. Ayuntamiento, encargado de velar por la higiene pública, debe dictar ordenanzas, obligando á todos los vecinos á cumplimentar los reglamentos que la ciencia dicta, pero si por un exceso de consideracion no quisiere extender sus disposiciones al interior de las casas, á lo menos debe insistir en que cada una esté provista de la cámara aisladora á la entrada del caño por su pátio; de este modo puede asegurarse el aislamiento completo de la red de cloacas y los edificios.

El proyecto completo que acompaña á esta Memoria se compone de 34 planos; imposible sería presentar en un trabajo de esta clase los detalles de todas las obras, porque la índole especial de él exige un sin número de ellos, algunos de los cuales solo podrán estudiarse durante la ejecucion de las obras. Así, por ejemplo, no sería posible hoy dar los detalles de las máquinas ni de los edificios para alojarlas. Solo se puede fijar por el momento, su fuerza, dejando para más adelante, cuando se realice el proyecto, la presentacion de los planos de detalle; así pues, para fijar el presupuesto, hemos tomado un tipo de precio por cada caballo de fuerza, incluyendo en él la

parte de edificacion; este precio se ha fijado en vista del resultado de otras obras análogas en otros paises, teniendo en cuenta la diferencia de valor que puede tener la obra en España; así tenemos la seguridad de aproximarnos mucho en el presupuesto del coste de las máquinas, fundándonos sobre la base firme de la práctica.

Aparte de estos planos, el proyecto vá perfectamente detallado, y se puede formar una idea completa de las obras que abraza y constituyen el presupuesto correspondiente.

Las tres primeras hojas contienen un plano grande de toda la ciudad y sus contornos hasta el arroyo Tamarguillo, con las curvas de nivel de metro en metro y numerosísimas cotas escritas que permiten formar cabal idea de todo el terreno.

Las cotas han sido rigorosamente comprobadas, y se refieren todas al plano de comprobacion que queda consignado 16,265 metros debajo del peldaño superior de las Casas Consistoriales.

En estas hojas van señalados los distritos en que se halla dividida la ciudad por motivo de la obra y las cloacas principales de cada distrito.

Las hojas 2 al 14 inclusive contienen los varios distritos en escala de 1 en 1.250, en las cuales van señaladas todas las cloacas, tanto maestras como principales y secundarias y además los ventiladores y bocas de registro, diferenciándose unas de otras, segun el modelo á que se sujetan; las cloacas tambien llevan las dimensiones ó diámetros en pulgadas, y cada hoja lleva un estado de la longitud total de cada clase de cloaca y el número de las bocas de registro, segun sus modelos.

Estas hojas llevan las curvas de nivel de medio metro en medio metro, referidas al mismo plano de comparacion antes mencionado.

Las hojas 15 y 16 llevan los perfiles longitudinales de todas las cloacas maestras de las partes alta y baja, señalando las dimensiones de las mismas, sus pendientes y su desagüe máximo, calculado segun la fórmula de Bazin.

La hoja 17 contiene los tres perfiles trasversales de la ciudad, mostrando el nivel de las aguas subterráneas de que se ha hecho mencion en esta Memoria.

Las hojas 18 y 19 se refieren al desvío del arroyo Tagarete, y las 31, 32 y 33 contienen los detalles del puente para el paso de la carretera de Madrid, á través del nuevo cáuce.

Las hojas 20, 21 y 22 contienen los modelos de las varias bocas de registro y ventiladores que se propone emplear, segun las condiciones de las cloacas, con respecto á su tamaño, clase, profundidad, etc., etc.

La hoja 23 contiene los detalles en mayor escala del ventilador que debe colocarse en las bocas de registro para desinfectar el aire que sale de la cloaca: el modo de funcionar de este aparato, queda ya descrito en esta Memoria.

La hoja 24 contiene los varios modelos de las alcantarillas de fábrica, tanto en mina como á cielo abierto, con los bloques de barro vidriado, que deben emplearse en el fondo de ellas.

La 25 contiene los detalles de los tubos de barro vidriado, para las cloacas pequeñas.

La 26 las piezas especiales de barro vidriado

que se necesitan para los enlaces de las casas, etcétera, etcétera.

Las 27 y 28 contienen los detalles de los sumideros de aguas llovedizas, tanto los que han de situarse en el centro de las calles, como los que se establecerán en los costados descritos anteriormente.

La hoja 29 contiene los detalles de ejecucion de los enlaces con las casas, la cámara aisladora y todas las varias piezas que se necesitan en el interior de los pátios, enlaces de letrinas, etc., etc.

La hoja 30 los detalles de las curvas y aparatos para interceptar los materiales gruesos é impedir su entrada á las bombas.

La 30.ª detalles del edificio en que se encierra esta maquinaria.

Por más que nos hemos esforzado en rebajar el presupuesto, éste asciende, todo incluso, á la respetable suma de 9.342.699,21 pesetas, sin incluir en esta cifra nada por administracion, valor de este proyecto y otros gastos; pudiendo asegurarse que éstos, seguramente no bajarán de un 10 por 100 sobre el presupuesto.

De la suma total de 9.342.699,21 pesetas, la de 1.344.472,80 pesetas pertenece á las obras de defensa, que en verdad, no deben formar parte de un sistema de alcantarillado, pero que en el caso actual es imprescindible incluir, porque sin estas obras las otras serían inútiles.

Repartida sobre una poblacion de 145.000 habitantes, la suma de gastos, asciende á unas 70 pesetas de capital invertido por cabeza; esta cantidad, aunque algo grande, no lo es, con referencia á otras obras llevadas á cabo en ciudades de igual importancia, y

no es de ningun modo exhorbitante si consideramos que en esta cantidad van tambien incluidas las obras de defensa contra las riadas, que asegurarán á Sevilla en todo tiempo una área más que doble de la que hoy está edificada, perfectamente defendida y provista de poderosas máquinas que en todas ocasiones, aún en las más excepcionales, podrán asegurar el desagüe de la poblacion.

Hay que tener en cuenta tambien, las condiciones especiales de Sevilla; sus calles tortuosas que hacen preciso un número de bocas de registro más que doble de las que sería necesario en otras ciudades, y cuya estrechez obligará á entivar casi todas las escavaciones, aumentando así notablemente el costo de la obra.

En conclusion, dejamos al criterio de personas más inteligentes que nosotros, el aprecio del proyecto que tenemos el honor de presentar.

Mucho se podia decir aún sobre un tema tan interesante como es el Alcantarillado y Defensa de Sevilla, y tal vez llegase á ser enojoso entrar en más detalles: esperamos que la ligera descripcion que hemos hecho, hará ver de un modo claro el sistema general que proponemos adoptar, y permitirá juzgar hasta qué punto es posible alcanzar el fin que deseamos.

Sevilla Diciembre de 1882.

Jorge Higgin

Miembro del Instituto de Ingenieros Civiles de Lóndres.

APÉNDICE.

ESTADO de las Observaciones Pluviométricas hechas en el Observatorio de la Universidad de Sevilla durante el

AÑO 1870.

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m
1	10 19	1	1.78	3	2 16	4	1 66	7	0 83	9	0 83			18	12.22	22	0 21	1	5 19	10	3 24	10	0 53
2	2 51	3	8 04	4	2 69	8	4 68	19	1 25					19	2 87			3	0.12	13	2.69	11	0.41
8	0 41	4	2 08	5	0 83	21	4.99	30	1 86					20	0.91			9	1 48	16	8.94	12	12 06
10	4 16	7	1 24	6	3 94	30	4.65	31	0.83											18	13.35	13	0.61
27	1 66	8	1 16	9	3 82															19	1,03	16	2.82
28	10.40	10	2 32	13	6 24															21	2 69	18	3 40
29	4 08	12	14 17																	23	1 24	23	4.87
30	2 33	13	8 60																	25	22 88	24	1.66
31	2 33	16	0 83																	26	0.61	25	9 61
		17	1 91																			28	18 72
		19	4 24																			29	1.64
		20	1 99																				
		24	3 96																				
		25	7 06																				
		26	2 08																				
		27	2 20																				
		28	6 22																				
	38.47		69 88		19.68		15.98		4 77		0.83				16 00		0 21		6.79		57 37		56 33

Total del año, **286.31** milímetros.

ESTADO de las Observaciones Pluviométricas hechas en el Observatorio de la Universidad de Sevilla durante el

AÑO 1871.

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m
2	8 32	1	5 61	3	2 57	4	0 12	2	1 03	1	7 27					4	0 41	20	3 74	4	4 57	1	1 90
5	1 74	2	0 66	6	0 70	6	8.61	12	5.19	2	1 44					5	0.83	21	0 24	5	1 07	2	13 88
16	8 83	3	1.66	7	1 94	7	0.65	13	4 36	11	0 61					13	6 24	23	0 24	6	4 90	3	5.82
17	6 45	4	1 33	16	1 28	19	0 53	14	3 61	18	1 24					17	0 20	30	5 82	7	18 72	4	8.32
19	0 41	5	8 11	23	0 20			15	8 73							21	6 24	31	14 57	8	0 20	22	3 74
23	6 61	23	16 14	24	19.34			16	2 69							25	0.41			10	1 80	27	0 41
25	0.53	24	0 83	25	7.48			17	7 07											22	1.48	28	1.74
26	0 21	27	0 20	26	17.25			18	2 16											27	0.43	29	5 23
29	1 89	28	0.41	27	5 82			21	0 20											28	9 39		
30	2.18			28	3 32			26	4 99											29	4.16		
																				30	7 54		
	37 17		34 95		59.90		9.91		40 03		10 56						14 33		24.61		54 26		41 04

Total del año, **326.76** milímetros.

ESTADO de las Observaciones Pluviométricas hechas en el Observatorio de la Universidad de Sevilla durante el

AÑO 1872.

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m
5	1.82	2	7 07	6	12 64	22	10.40	17	2.91	18	0.49					19	3 74	3	0.65	17	3.48	1	8 32
6	0.16	4	9 45	7	8 32	23	7.48	18	1.66	19	0.83					22	1.66	4	0.33	21	14 97	2	1.40
7	1.98	5	7 07	8	0 89	27	6 24	22	0 41							23	2 13	6	3 07	22	1 82	3	1.74
16	13.31	6	2.08	26	6 24			24	1 66							24	2 82	18	16 61	23	0 83	4	0.33
18	0 83	7	1 24	27	2 08											25	3.56	19	2 91	24	3 32	11	11.23
19	4.99	8	1 24	30	10 81													20	2.32	25	0 83	15	3 48
20	2.08	9	1.99	31	1.24													23	2.49	26	0 41	24	2 91
22	5.82	10	0.49															25	1 40			25	14.14
23	1 90	12	10 81															26	5 82			26	5.82
24	4.32	13	1.82															27	27.87			28	10.40
25	6.65	14	2 28															28	22 92				
26	0 57	15	11.61																				
28	0.83	19	7 64																				
29	0.83																						
	46.09		61.82		42 22		24 12		6 61		1 32						13 91		86 42		25.66		59.77

Total del año, **370.97** milímetros.

ESTADO de las Observaciones Pluviométricas hechas en el Observatorio de la Universidad de Sevilla durante el

AÑO 1873.

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Dia	mm	Dia	mm	Dia	mm	Dia	mm	Dia	mm	Dia	mm	Dia	mm	Dia	mm	Dia	mm	Dia	mm	Dia	mm	Dia	mm
1	2 08	2	3 74	6	2.49	1	0.66	1	4.42	4	27 12							5	12 66	2	6.22	28	5 82
2	0 83	4	5 64	7	0 41	16	7.90	2	3 32	5	12 48							6	1 20	3	5.82	29	3.74
3	0.57	22	1 16	8	9.15	17	4 49	3	6.65	6	5 40							15	1 46	5	0.83	30	2.08
9	1 82	23	1 16	10	3.56	22	3 40	13	0 41									16	9 72	8	4 16	31	0.41
15	0.41	24	2 08	13	3 07	23	0.49	16	5 82									17	1.48	11	1 40		
21	1 66			14	1.48	24	0.99	17	5 40									24	1 66	12	5.50		
27	3 74			16	3 98	26	0.42	18	3 74									25	10 56	13	11.23		
				17	6 98	27	4 99	19	0 16									28	2.49	15	0 41		
				18	0 33															16	1 80		
				19	1 61																		
				21	1 90																		
				22	0 16																		
				24	2.90																		
				26	1.48																		
				30	1.90																		
	11.11		13.78		42 49		23 34		29.22		45 00								41.23		37.37		12 05

Total del año, **256.29** milímetros.

ESTADO de las Observaciones Pluviométricas hechas en el Observatorio de la Universidad de Sevilla durante el

AÑO 1874.

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m
1	4.99	10	0 83	4	2 84	5	2.49	3	2.49	7	0.99			23	3 74	13	1.66	1	2 44	1	20.80	2	0.26
12	4 40	12	3 32	12	0.41	6	2.49	4	1.24							16	4 99	4	2 65	2	8 16	6	3.11
13	7 98	15	2 91	18	4.32	11	5 82	24	2 08							17	2.49	9	0 74	3	14 97	12	2 22
15	0.45	16	10.40					25	4 99							21	7.90	26	2 16	10	0 24	13	2 06
		17	0 43					26	3 07							31	1.24	29	0 99	27	7 90		
		22	5.32																				
	17 82		23 21		7 57		10 80		13.87		0.99				3 74		18.28		8 98		52.07		7.65

Total del año, **164.98** milímetros.

ESTADO de las Observaciones Pluviométricas hechas en el Observatorio de la Universidad de Sevilla durante el

AÑO 1875.

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m
10	6.48	11	2 49	1	0 83	19	1 24	1	1 16	1	4 99					17	0 20	18	0 61	25	0.46	1	13 54
11	1 48	16	1 66	2	1 24	21	10.81	11	1 66	3	1.06					19	4 16	19	8 99	27	6 52	2	24 96
12	7.84	17	12 22	4	2 91	23	4 16	12	2 49									20	2 49	28	0 96	7	1.86
		20	1 06	5	4 97	30	6.08	21	0.57									21	8 92	29	7.68	14	0 92
		21	9.61	7	0 83			23	8 57									23	5 00	30	2 16	15	3.76
		22	0 83	13	2 91			29	2 49									24	0 41			16	24 54
		23	3 62	18	0 92			31	2 71													17	31 81
		25	2 08	19	1 32																	18	0 75
		26	2 65	23	4 16																	19	11.27
		27	1 56	27	2 49																	20	1 24
		28	3 32	29	0.49																		
	15.80		41.10		23.07		22 29		19.65		6 05						4 36		26 42		18.78		114 65

Total del año, **292.17** milímetros.

ESTADO de las Observaciones Pluviométricas hechas en el Observatorio de la Universidad de Sevilla durante el

AÑO 1876.

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Día	m m	Día	m m	Día	m m	Día	m m	Día	m m	Día	m m	Día	m m	Día	m m	Día	m m	Día	m m	Día	m m	Día	m m
10	1.06	9	6.01	10	1.08	10	7.57	5	2.06	3	1 06			11	2 17	30	12.12	4	1.21	9	1.06	1	2 72
11	3.03	10	24 36	11	1.61	11	2.26	6	4 08	25	2 14							6	3.03	10	1.07	2	0 10
21	1.51	12	22 48	16	1 22	30	1.71	14	10 06									13	13 63	11	2 20	3	10 60
28	3.03	14	5 64	23	3 40			15	21 16									15	6 06	12	5 90	4	12 12
29	1 06	15	13.63	24	1.66			16	10.19									16	4.54	13	12 42	5	12.27
				25	0.16			17	10 60									17	12 12	14	26 76	6	3 03
				26	2 91			18	13 63									18	3.48	15	28 02	7	32.41
				27	15 15			19	2 26									29	5.00	16	22 42	8	11.35
				28	9 09			30	0 28									30	2.72	17	1 51	11	12.12
				31	4 54			31	1.21											27	29.69	14	22 72
																				28	4 39	17	37 87
																				29	43 63	18	2.09
																				30	16.05	20	20.39
																						21	14.26
	9.69		72.12		40 82		11 54		75 53		3 20				2 17		12 12		51 79		195 08		194 05

Total del año, **668.13** milímetros.

ESTADO de las Observaciones Pluviométricas hechas en el Observatorio de la Universidad de Sevilla durante el

AÑO 1877.

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m
2	1.95			19	21,21	4	3.03	5	10 90	27	21.21	25	3.78	20	0.60	8	24.81			5	9.84	10	27·27
4	39.77			21	13 69	5	7 12	6	1.91	28	3.78					21	3 03			11	0 07	14	8.63
5	18.93			22	1.51	9	1.24	7	9 39	29	4 99					22	19.49			12	1.51		
7	28.78			25	10 80	12	6 81	8	5 78							23	18 72			13	7.57		
8	20.44			27	0 80	13	1 51	11	2 26							25	25 14			28	8 32		
11	1 36					25	7 57	12	0 56							27	3.78			29	0.85		
						27	4 54	13	4.54							29	1.71			30	0 14		
								27	0 03							30	21.21						
								30	8 32														
								31	3 03														
	111.23				48.01		31 82		46 72		29 98		3.78		0 60		117 92				28.20		35.90

Total del año, **454.16** milímetros.

ESTADO de las Observaciones Pluviométricas hechas en el Observatorio de la Universidad de Sevilla durante el

AÑO 1878.

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m
31	21.26	10	4.54	24	21.29	6	0.96	1	1.51		
		11	3 03	28	20 44	7	9 69	5	14 99		
		21	15.15	29	15 15	8	10 60	6	3.09		
		22	22.22	30	5 29	9	5.27	7	3 06		
		23	15.75					10	6 76		
								11	12 72		
								12	1.61		
	21.26		60.69		62 17		26.52		43 74		

JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m
30	1 15	2	0.04	9	0.51	8	9 96	4	23 85	13	11.42
		3	0 77	11	1 14	15	2 14	5	5.69	14	11.85
				12	15.80	16	1 21	13	2 96	17	5.52
						18	25 03	16	3 80	18	5.11
						19	26 91	18	0 09	20	26.01
						20	1.07	23	0.06	26	7.68
						21	61 14	24	2 05	27	5.52
						22	22 48	25	2.06	28	2.95
						28	34.37	26	38.31		
								27	9.43		
								28	9.43		
	1 15		0.81		17.45		184.31		97.74		75.06

Total del año, **590.90** milímetros.

ESTADO de las Observaciones Pluviométricas hechas en el Observatorio de la Universidad de Sevilla durante el

AÑO 1879.

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m
9	5.92	2	1.60	15	2.41	1	5.79	23	1.34	5	6 74
10	1.34	4	2.14	18	4 98	7	3 78	24	0.80	7	6.72
11	0.53	10	1 10	20	8.17	8	3.64				
12	2.16	11	11.45	21	20.22	9	0 62				
21	4 57	12	2.01	23	2.36	10	4 04				
22	37.46	14	4 04	27	4 04	13	3 36				
23	5 38	23	3.49	28	2 76	14	8 84				
24	6.06					20	14.19				
25	4.57					21	7.55				
26	6 74										
29	28 43										
	103 16		25.83		45 94		51 81		2.14		13.46

JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m
				14	0.26	14	33.70	1	0.42	1	1.63
				18	13 16	15	4 04	2	31.00	3	10 23
						25	0 72	3	33.70	4	28 97
						28	39 44	4	44 40	5	4 00
						29	16.17	6	0.17	6	6.00
						30	16.31	13	6 14	25	4 44
						31	0 69	15	0.57	26	8 04
								16	13 48		
								17	1.73		
								20	5.39		
								21	54,26		
								22	41.72		
								27	2.06		
								28	56 51		
								29	9.69		
								30	13 48		
					13 42		111 63		314 76		63 31

Total del año, **745.46** milímetros.

ESTADO de las Observaciones Pluviométricas hechas en el Observatorio de la Universidad de Sevilla durante el

AÑO 1880.

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA		LLUVIA CAIDA	
Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m	Dia	m m
25	0.96	10	7.68	19	16.17	1	0.36	5	26.96	20	0 94							5	2.69	1	1.21	17	0.22
27	8.04	15	1 00	20	7 14	7	0.06	6	1.54	21	0.67							6	10.63	17	10.54	18	0.74
		16	1.39	21	1 34	11	1 14	7	1.01									7	10 78	18	10.62	25	4 04
		17	28.30	22	10.78	12	0 29	11	20.22									11	13.48	19	0.40	29	6.06
		18	1.84	23	0 74	13	17 14	12	2.69									12	0 80	20	7.04	30	3 77
		19	0.47	25	0 08	14	6 74	15	1 04									17	0 53	21	0.80		
				26	3.30	16	2 04	16	16.84									22	17.52	23	2.43		
				27	4.04	25	1.22	17	29 65									23	3.22	24	4.30		
				28	0 13	26	0 67	18	6.47									30	43.03	28	0.54		
						27	0.92	19	5.26											29	0.13		
								20	7.68														
								21	2.80														
	8.70		44 68		43.72		30.58		122.19		1.61								102 68		38.01		14.83

Total del año, **407.00** milímetros.